

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

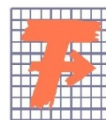
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

LIBEREC 2010

JANA FRANCOVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: B3107 Textil

Studijní obor: 3107R007 Textilní marketing

**ANALÝZA VLASTNOSTÍ KOPŘIVOVÝCH
VLÁKEN**

ANALYSIS OF QUALITY OF NETTLE FIBERS

Jana Francová

KHT- 710

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vladimír Kovačič

Rozsah práce:

Počet stran textu...52

Počet obrázků.....40

Počet tabulek.....22

Počet grafů.....46

Počet stran příloh...12

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jana FRANCOVÁ**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Textilní marketing**
Název tématu: **Analýza vlastností kopřivových vláken**
Zadávající katedra: **Katedra hodnocení textilií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Proveďte rešerši na téma získávání a zpracování vláken z kopřiv (kopřiva dvoudomá). V rešerši se zaměřte rovněž na historii zpracování kopřivových vláken a jejich vlastností.
2. Proveďte experiment získání kopřivových vláken, jejich struktury a dalších vlastností.
3. Proveďte diskusi výsledků a celkové zhodnocení možností použití vláken z kopřiv.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

30 - 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce:

tisková/elektronická

Seznam odborné literatury:

Milítký, J.: Textilní vlákna. Učební texty TUL. Liberec 2005

Vilíkovský, V.: Zemědělské technologie, MZ ČSR. Praha 1928

Sosna, D.: Experimentální ověření textilní výroby v mladším paleolitu. MU Brno, 1999

Weintraub, M.: The complete Nettle. Dostupné na adrese: <http://www.motherearthnews.com/print-article.aspx?id=68842>

Vogl, C. R., Hartl, A.: Production and processing of organically grown fiber nettle (*Urtica dioica* L.) and its potential use in the natural textiles industry. American Journal of Alternative Agriculture, 18 (3) 2003, pp. 119-128.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Vladimír Kovaříč

Katedra textilních materiálů

Datum zadání bakalářské práce:

30. října 2009

Termín odevzdání bakalářské práce:

3. května 2010

prof. RNDr. Alois Líška, CSc.

děkan



Ing. Vladimír Šajtek, Ph.D.

vedoucí katedry

V Liberci dne 30. října 2009

PROHLÁŠENÍ

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum: 11.5.2010

.....

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat především panu Ing. Vladimíru Kovačičovi, který byl mým vedoucím bakalářské práce. Konzultoval se mnou zadanou bakalářskou práci a po celou dobu mne podporoval. Náležité dík patří i Ing. Maršálkové, Grabmüllerové a laborantkám paní Steklé a Kopecké, které mi pomohly s experimentální částí práce.

ANOTACE

Kopřiva dvoudomá (*Urtica Dioica* L.) je bylinou, kterou každý zná. Ale málokdo ví, jak velký přínos má její zpracování. Využití nachází jak v kosmetickém, kulinářském, tak i v lékařském a textilním průmyslu. Nejméně je o ní slyšet právě v textilním průmyslu. V minulosti se v tomto odvětví zpracovávala mnohem více. Proč tomu tak není v současnosti?

Vždyť právě kopřiva dvoudomá poskytuje velmi jemná vlákna, která mají dobré vlastnosti blízké bavlněným vláknům. Na rozdíl od bavlny, je schopna být pěstována téměř v každé nadmořské výšce mírného pásu. Nevyžaduje ošetření pesticidy a lze ji zpracovat technologií stejnou jako pro další lýková vlákna.

V teoretické části je kopřiva dvoudomá představena jako jeden z druhů lýkových vláken. Zároveň dojde ke srovnání s ostatními stonkovými vlákny, aby byly zdůrazněny přednosti kopřivových vláken. Zmíněno je i o jejím dalším využití. V experimentální části jsou prověřeny geometrické a mechanické vlastnosti kopřivových vláken, a to v závislosti na podmínkách sběru a způsobu získání těchto vláken.

KLÍČOVÁ SLOVA:

- kopřivové vlákno
- lýková vlákna
- zpracování kopřiv
- mechanické vlastnosti
- geometrické vlastnosti

ANNOTATION

Stinging nettle (*Urtica Dioica* L.) is a well known herb. Its use plays a significant role, as well. It is used in the field of beauty industry, medical and textile industry. In contrast to the past times the stinging nettle is not mentioned frequently in relation to the textile industry. Why is its link to the textile industry not discussed nowadays?

The stinging nettles provide fine fibre very similar to the cotton fibre as for its convenient qualities. Moreover, it is able to grow at every altitude of temperate zone in contrast to the cotton. The stinging nettle does not require any pesticid treatment and it can be treated according to the technology used with bast fibres.

Theoretical part of the thesis represents the stinging nettle as one of the sort of bast fibre. To strenghten the prominent qualities of stinging nettle fibres they are set into confrontation with other stalk fibres. Its additional use is discussed as well. The research part deals with geometric and mechanical qualities of stinging nettles. The conditions when collectioning and the way of collection have been taken in regard, too.

KEY TERMS:

- fibre of stinging nettle
- bast fibres
- use of stinging nettles
- mechanical qualities
- geometric qualities

OBSAH:

Seznam použitých symbolů:.....	11
Úvod.....	12
I TEORETICKÁ ČÁST	13
1 CHARAKTERISTIKA KOPŘIVY DVOUDOMÉ	13
1.1 Popis rostliny	13
1.2 Zařazení do rostinné čeledi	13
1.3 Výskyt rostliny	13
1.4 Současné Využití	13
1.5 Vláčna kopřivy dvoudomé	14
1.6 Složení kopřivového vlákna	14
2 CHARAKTERISTIKA DALŠÍCH LÝKOVÝCH VLÁKEN.....	14
2.1 Len (rod linum usitatissimum)	14
2.2 Konopí (rod Cannabis sativa)	16
2.3 Juta (rod Corchorus capsularis)	17
2.4 Ramie (rod Boehmeria Nivea)	17
2.5 Kenaf (rod Hibiscus cannabinus L.).....	18
3 HISTORIE ZÍSKÁVÁNÍ A ZPRACOVÁNÍ KOPŘIVOVÝCH VLÁKEN NA TEXTILIE .	18
4 ZAŘAZENÍ KOPŘIVY DVOUDOMÉ DO SYSTÉMU PŘÍRODNÍCH VLÁKEN.....	19
4.1 Zařazení mezi rostlinná vlákna	19
4.2 Přehled chemického složení celulóзовých vláken	20
5 ZÍSKÁVÁNÍ LÝKOVÝCH VLÁKEN	21
5.1 Metody uvolňování technického vlákna ze stonku	21
5.1.1 Biologické metody uvolňování vlákna	22
5.1.1.1 Rosení.....	22
5.1.1.2 Studenovodní Máčení	22

5.1.1.3	Teplovodní máčení.....	22
5.2	Kotonizace	22
5.3	Lámání a potěrání.....	23
5.4	Vochlování	23
5.5	Předení	23
6	CHARAKTERISTIKA LÝKOVÝCH STONKŮ A VLÁKEN Z HLEDISKA SLOŽENÍ A STRUKTURY.....	24
6.1	Struktura stonku	24
6.2	Tvar a výška stonku	26
6.3	Technické a elementární vlákno	27
6.4	Tvar lýkových vláken v příčném řezu	27
7	VZHLED A VYBRANÉ VLASTNOSTI KOPŘIVOVÝCH VLÁKEN.....	28
7.1	Barva kopřivových vláken ve srovnání s vlákny lýkovými.....	28
7.2	Pevnost a tažnost kopřivových vláken.....	28
7.3	Délka a tloušťka technického a elementárního vlákna.....	29
7.4	Tahové vlastnosti lýkových vláken.....	30
7.5	Další významné vlastnosti lýkových vláken	30
8	VÝHODY A ZAJÍMAVOSTI KOPŘIV A VLÁKEN Z NICH ZÍSKANÝCH	31
8.1	Pěstování	31
8.2	Dobrý izolant tepla	31
8.3	Vlastnosti blízké bavlně	31
8.4	Nový trend.....	32
8.5	Zajímavosti získávání kopřivových vláken	32
8.6	Využití jako barvivo	33
8.7	Využití kopřivy na papír	33
9	NEVÝHODY KOPŘIV A VLÁKEN Z NICH ZÍSKANÝCH.....	34
9.1	Žahavé chlupy.....	34
9.2	Horší zpracovatelnost.....	34
10	DALŠÍ VYUŽITÍ KOPŘIVY DVOUDOMÉ	34

II	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	35
11	POPIS VZORKŮ KOPŘIVOVÝCH VLÁKEN	35
11.1	Doba a místo sběru	35
12	POPIS METODY ZÍSKÁNÍ VLÁKEN	36
12.1	Způsob uvolnění vláken z kopřivového stonku	36
12.2	Mechanické oddělování vlákniny ze stonku kopřivového vlákna	36
13	ZJISTŮVANÉ VLASTNOSTI KOPŘIVOVÉHO VLÁKNA.....	36
13.1	VlákenNá výtěžnost	36
13.1.1	Výtěžnost Z hlavního stonku	37
13.1.2	Výtěžnost Z celé rostliny	37
13.2	Svazková pevnost.....	38
13.2.1	Měřicí zařízení	38
13.2.2	Dosažené hodnoty.....	39
13.2	Pevnost kopřivových vláken a s ní související parametry	41
13.2.1	Měřicí zařízení	41
13.2.2	Průběh měření	41
13.2.3	Dosažené hodnoty pevnosti.....	42
13.2.4	Tahové křivky jednotlivých vzorků vláken a jejich průměrná křivka.....	44
13.2.5	Histogramy Jemností a Pevností vláken	46
13.3	Délka vláken.....	50
13.3.1	Průběh měření	50
13.4	Mikroskopie	56
13.4.1	Světelný mikroskop.....	56
13.4.2	Snímky REM – rastrový elektronkový mikroskop.....	57
14	VÝSLEDKY A DISKUSE	60
14.1	Vzájemné porovnání jemností a pevností kopřivových	60
	vláken	60
	Závěr	64
	Použitá literatura:	65
	Převzaté obrázky a tabulky:	66

Seznam použitých symbolů:

L. -	řazení v botanické systematice podle K. Linného
př.n.l. –	před našim letopočtem
cm -	centimetr
μm –	mikrometr
REM –	rastrovací elektronový mikroskop
fs –	pevnost za sucha [N/tex]
fm –	pevnost za mokra [N/tex]
ha -	hektar
l –	délka [mm]
vl. –	vlákno
f –	pevnost [N]
ε –	tažnost [%]
m.n.m. –	metr nad mořem
l ₀ –	upínací délka [mm]
mg –	miligram
rel.četnost -	relativní četnost [%]
součt. četnost -	součtová četnost [%]

Úvod

Kopřiva dvoudomá, kterou lze vidět v plantáži na obrázku č. 1, je běžně dostupnou bylinou poskytující vlákna svými vlastnostmi blízká vláknům bavlněným. Rozdíl je však v jejich spotřebě. V textilním průmyslu je bavlník velice využívanou surovinou pro získání vláken. Lidmi jsou textilie z bavlny oblíbeny. Ale pro mnohé země je z důvodu klimatických podmínek pěstování bavlníku nemožné. Navíc sběr bavlny je mnohdy spojen s dětskou prací a její pěstování má vysoké nároky na zavlažování, což má negativní dopad



Obr. 1 – Plantáž Kopřivy dvoudomé [1]

především na životní prostředí. Způsobuje například vysoušení Aralského jezera. Na rozdíl tomu, již zmíněná, kopřiva dvoudomá nevyžaduje téměř žádné agrochemické vstupy a není náročná na zavlažování.

Již v dávné minulosti naši předci zpracovávali vlákna kopřiv k zhotovení svých oděvů. Kopřiva zaujímá dobrou pozici v mnoha odvětvích. Je to bylina s širokým zastoupením v medicíně. Využíváme ji i v kulinářském i kosmetickém odvětví. Proč se tedy nenavrátit k zpracování vláken kopřivy na textilie? Díky své dostupnosti a možnosti zpracovat ji stejným technologickým způsobem jako ostatní lýková vlákna, mezi něž ji zařazujeme.

Tato práce má přispět k poznání především kopřivy dvoudomé, která je schopna poskytovat velmi kvalitní vlákna. Jsou představeny výhody a nevýhody spojené s jejím pěstováním, získáním a zpracováním. Dále je zhodnocen přínos zpracování a srovnán s ostatními známými vlákny. Představena je struktura kopřivového vlákna a nejdůležitější mechanické a geometrické vlastnosti tohoto vlákna. A následně je zhodnocen ekologický potenciál v souvislosti s plusy, které obnáší její získávání i pěstování. Celá práce je doplněna všeobecně také informacemi o vláknech lýkových, mezi které kopřivu zahrnujeme. Tato vlákna jsou vzájemně porovnávána, aby došlo k zdůraznění významu vláken z kopřiv. Je zmíněna i bavlna, s níž má kopřiva z hlediska vlastností vláken mnoho společného.

I TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA KOPŘIVY DVOUDOMÉ

1.1 POPIS ROSTLINY

Kopřiva dvoudomá, latinsky *Urtica Dioica* L. (obr. 2), je vytrvalou bylinou dorůstající výšky 30-150cm. U speciálních vyšlechtěných druhů její výška dosahuje více než dva metry. Její lodyha je přímá a nevětvená. Pro rostlinu jsou typické žahavé chlupy, které pokrývají celý její povrch. Kořeny jsou žluté a rozvětvené. Kvete od počátku června až do listopadu. [1]



Obr. 2 – Kopřiva dvoudomá [2]

1.2 ZAŘAZENÍ DO ROSTINNÉ ČELEDI

Jedná se o rostlinnou čeleď kopřivovité (Urticaceae), která zahrnuje více jak tři desítky poddruhů. Mezi nejvýznamnější zástupce patří, již zmíněná, kopřiva dvoudomá. Do této čeledi je zahrnuta i ramie, takzvaná asijská kopřiva. V České republice se vyskytují i další rostlinné druhy této čeledi, a to především menší a méně nápadná kopřiva žahavka. [2]

1.3 VÝSKYT ROSTLINY

Kopřiva dvoudomá je nitrofilním druhem, stejně jako například lebeda či pýr. Tvoří nitrofilní společenstva, která jsou náročná na obsah dusíku v půdě. [3] Vyskytuje se hojně na rumišťích, v pobřežních porostech, v příkopech podél cest, na lesních mýtinách a okolo plotů od nížin až do hor. Přirozeně se vyskytuje v Evropě a v mírném pásu Asie a Ameriky. V celé České republice se nachází bez ohledu na nadmořské výšce. V současnosti je velmi rozšířena a tvoří husté vysoké porosty. [4]

1.4 SOUČASNÉ VYUŽITÍ

Má široké využití nejen v lékařském průmyslu, ale i v potravinářství, nemalé využití má i v textilním průmyslu. Právě v textilním průmyslu má kopřiva široké historické zastoupení. Kopřiva se kultivovala mimo jiné i ve Skandinávii jako zdroj vláken pro tkaní plachet lodí. Kopřiva je v současné době předmětem zájmu zemí Rakouska, Německa, Finska a Velké

Británie. Je to slibný kandidát pro udržitelnou výrobu přírodních vláken zejména ve střední Evropě a Německu. Zároveň je však v opačném případě mnohými považována za nevítaný plevel, který narušuje okrasu zahrad a okolí poblíž chat či chalup. [4, 5]

1.5 VLÁKNA KOPŘIVY DVOUDOMÉ

Z hlediska textilu kopřiva dvoudomá poskytuje vysoce kvalitní rostlinou vlákninu, svými vlastnostmi připomínající len a konopí. Tato vláknina tvoří až 17 % hmotnosti rostliny. Lýkové buňky jsou 2,5-3 cm dlouhé a dosahují tloušťky 20 µm. Technické vlákno je až 1 metr dlouhé. Elementární vlákna mají hrubý povrch a různé poruchy. Mají také vysokou pevnost v tahu, jemnost a nízkou hmotnost. Barva těchto vláken je krémově bílá až šedá s vysokým hedvábným leskem. Dobře se barví a dobře sají vodu. Omak je příjemně měkký a není chladivý, na rozdíl od jiných lýkových vláken. [4]

1.6 SLOŽENÍ KOPŘIVOVÉHO VLÁKNA

Hlavní složkou kopřivového vlákna je celulóza, která tvoří 80 – 90 % vlákna. Samčí a samičí část rostliny se liší kvalitou a složením. Kopřiva má vysoký obsah vitamínů A, C a D, minerálních látek (železo, mangan, draslík, vápník). Obsahuje 21-23% dusíkatých látek a 9-21% hrubé vlákniny. [4]

2 CHARAKTERISTIKA DALŠÍCH LÝKOVÝCH VLÁKEN

Kopřiva dvoudomá patří mezi lýková vlákna, tedy vlákna ze stonků. Mezi další a nejvýznamnější zástupce poskytující tato vlákna je zahrnován: len, konopí, juta, ramie a kenaf. Aby došlo k závěrům, je nutná jejich stručná charakteristika. Tyto rostliny mají mnoho společného. Uvedeny jsou obecné údaje z hlediska jejich zpracování, oblastí pěstování a způsobu užití.

2.1 LEN (ROD LINUM USITATISSIMUM)

Na této typické rostlině reprezentující surovinu pro získání lýkových vláken je stručně vysvětlen princip zpracování, který je pro všechna lýková vlákna podobný.

Jedná se o dosud tuzemskou surovinu. Len přadní (obr. 3) je jednoletá rostlina dosahující výšky 90 -130 cm.

Sklizeň se určuje na základě doby zralosti a barvy stonku, a to:

Zelená zralost – získání hebkého, jemného a málo pevného vlákna

(malý obsah ligninu – 0,5%), malá výtěžnost

Raná žlutá zralost – získání vláken pevných, pružných a dlouhých

Žlutá zralost – vlákno optimální jemnosti a pevnosti, méně vláken

dlouhých, vlákna a svazky těchto vláken začínají dřevnatět,

(lignin – obsah až 2 %)

Pozdní zralost – vlákno tvrdé, drsné, lámavé (lignin – obsah až 4 %)

Před vlastním zpracováním se stonky máčí a rosí. Vlákno je zbarveno na základě procesu. Při rosení je tmavší. Při máčení světlejší. Liší se také drsností. Při rosení má vlákno hrubší omak. Následně se provádí kotonizace. Jedná se o proces elementarizace vláken, při němž dochází k rozrušení pektinů spojujících elementární vlákna. [4]

Z 100% lněného stonku se získá: 9 % lněná příze

7 % koudelová příze

35% pazdeří

15 % semena

10 % tobolek

3 % odpad

20% ztráty rosením, máčením [5]

Technické vlákno se zkracuje na délku kolem 50 mm. Len se třídí na základě jemnosti, barvy, lesku, vypradatelnosti na len třený a koudel.



Pěstuje se v Belgii, Nizozemí, severní Francii, Ukrajině, Pobaltí, Bulharsku, Rumunsku i v Čechách.

Z hlediska textilního zpracování jsou nejvýznamnější kategorií užité vlastnosti lnu, a to:

vysoká pevnost lnu ($f_s = 5-8 \text{ cN/dtex}$), která se ještě zvyšuje za mokra ($f_m = 120\% f_s$), vysoká odolnost v oděru, chladivý omak, vysoká sorpce, tažnost $\pm 2\%$ (vyšší za mokra), malá pružnost, silná navlhavost vláken. Vlákná dobře vodí teplo a chovají se obdobně jako bavlna vůči chemikáliím.

Len se často směšuje s bavlnou, viskózou a polyesterem. Užívá se na ložní prádlo, ručníky, utěrky, závěsy, technické textilie, letní oblekovky. Obchodní přírážka suroviny = 12%, příze = 10%. [5, 6, 7]

2.2 KONOPÍ (ROD CANNABIS SATIVA)

Jedná se o jednoletou dvoudomou rostlinu s dlouhým slabě rozvětveným stonkem. Patří k historicky nejstarším rostlinám pěstovaným na vlákna. Na rozdíl od lnu je konopí hrubší, tmavší a pevnější (dřevnatější).



Obr. 4 – Konopí seté [4]

Morfologie stonku je podobná, stonek s vlákny jsou hrubší.

Existuje několik druhů konopí, které se liší oblastmi pěstování a délkami stonků. Nejběžnějším je konopí seté (obr. 4), které se pěstuje v Rusku, Finsku, Rumunsku a Číně. Jeho předností je vysoká sorpce, nejvyšší ze všech lýkových vláken. Konopí se v první fázi roší, máčí a poté nechá odležet. Následně dochází k lámání, potěrání a trhání na menší úseky. Je možná i kotonizace. Zabarvení je stříbrnošedé až hnědé. Nejlépe odolává povětrnostním vlivům. Proto se užívá na lana. Další využití je také v technickém sektoru. Obchodní přírážka je 12%. [5, 6, 7]

2.3 JUTA (ROD CORCHORUS CAPSULARIS)

Tato jednoletá rostlina (obr. 5) až 5 metrů vysoká má velmi hrubé vlákno. Stonek má obdobnou konstrukci jako u zbylých lýkových vláken. Průměr stonku je 20 mm. Předběžně se zpracovává máčením ve vodě, a to díky vysokému obsahu ligninu (11%). Poté se kropí emulzí vody s olejem a nechá 2-3 dny uležet. Nakonec se trhá na kratší úseky.



Obr. 5 – Juta [5]

Délka elementárního vlákna je 5 mm. Existuje několik druhů, které se liší svou barvou a jakostí. Juta poskytuje velmi pevné a tuhé vlákno, které je zároveň odolné v oděru. Použití je v technickém sektoru a kobercářském průmyslu. Dnes se pěstuje hlavně v Indii, Číně a Egyptě. Obchodní přírážka 13, 75 %. [5, 6, 7]

2.4 RAMIE (ROD BOEHMERIA NIVEA)

Stejně jako kopřiva dvoudomá patří do čeledi kopřivovitých. Podle oblasti pěstování se nazývá čínská tráva. Jedná se o historickou surovinu. Byla nalezena jako obal mumií z roku 5000 let př.n.l. ve starém Egyptě. Je to mnoholetá rostlina vysoká 1,2 – 2,4 m. Má vysoký obsah celulózy (80%).



Obr. 6 – Ramie [6]

Vlákna dobře navlhají. Mohou přijmout až 20% vlhkosti ze vzduchu.

Příčný pohled ukazuje vlákna tvaru ledvinkovitého, což je blízké bavlně či kopřivě. Na povrchu lze vidět i kolénka a trhlíny. Lumen je úzký. Její technické vlákno je 50 – 400 cm dlouhé. Elementární vlákno je dlouhé 3 - 10 cm. Tloušťka je 15 – 40 μm .

Ramie (obr. 6) se získává obdobně jako konopí. Vlákno má vysokou pevnost 4,5 – 9 cN/tex. Vlákna jsou hedvábně lesklá, příjemná na omak. Kotonizace probíhá mechanicky a následně se toto vlákno směsuje. Díky špatné kohezi mezi vlákny se projevuje tendence k chlupatění povrchu textilií. Odstraňuje se mercerací Na_2CO_3 při napětí. Pěstuje se v Číně a Indii. Využívá se jako technické či kotonizované vlákno, do směsových přízí s bavlnou, na ručníky, utěrky, ložní prádlo, technické tkaniny. [5, 6, 7]

2.5 KENAF (ROD HIBISCUS CANNABINUS L.)

Jedná se o jednoletou rostlinu (obr. 7) až 3 metry vysokou. Bývá označován i jako Guinejské konopí nebo Mesta. Je podobný jutě. Průměr stonku je 12 mm. Pěstuje se v Indii, Thajsku a Bangladéši. Pevnost je nepatrně nižší než u juty.

Délka elementárního vlákna je pouze 6 mm. Zabarvení vlákna je světlé. Má výrazný lumen a polygonální tvar příčného řezu. Používá se jako náhražka juty na pytle. [5, 6, 7]



Obr. 7 – Kenaf [7]

3 HISTORIE ZÍSKÁVÁNÍ A ZPRACOVÁNÍ KOPŘIVOVÝCH VLÁKEN NA TEXTILIE

Na základě nálezů z Věstonic a Pavlova bylo zjištěno, že vlákna kopřivy dvoudomé se využívala spolu s ostatními lýkovými vlákny již v době neolitu (5000-4000 let př.n.l.). Do těchto oděvů se zahalovali zde žijící pravěcí lovci, kteří tyto velmi pevná vlákna využívali na tkaní rybářských sítí. [8] Zpracování kopřiv je doloženo i z 12. století z Nestorova letopisu. V němž se uvádí, že z kopřiv byly tkány plachty lodí. [9] O kopřivách se lze dovědět i ze skotských dějin, v nichž se tato vlákna zpracovávala a později se z nich tkaly ubrusy.

Od 12. století n.l. hraje kopřiva v Evropě a především Německu významnou roli. Od 15. až do 18. století se právě v Německu pokoušeli zušlechtit kopřivou dvoudomou a vybudovat průmyslový obor zpracovávající kopřivy na vlákna. Jedna taková manufaktura na získání a zpracování těchto vláken vznikla v roce 1723 v Lipsku. Kopřiva se v té době rozsáhle využívala ve Francii, jižním Německu a Švýcarsku. Z těchto vláken se zhotovovali pytle na mouku a obilí. Později, v 16. století, ztratily na významu, kdy se objevila bavlna, jejíž sklizeň a zpracování byla snazší. A tak docházelo



Obr. 8 – Výzva ke sběru kopřiv [8]

k zpracování především bavlny a ramie. Mezi lety 1862 – 1865 opět vlákna kopřiv nabyla na významu, když nastala krize bavlny. V letech 1876 a 1877 vzniká v Německu komise, zabývající se kopřivami. V roce 1917 byly kopřivy účelně pěstovány na ploše 300 ha. V roce 1918, během 1. světové války, kdy nastal nedostatek bavlny, byla v německých novinách šířena výzva na sběr kopřiv (obr. 8). Z těchto kopřiv se vyráběli uniformy pro vojáky, zvané kopřiváky. V roce 1940 na 200 ha pěstební plochy bylo vypěstováno 100 tun kopřiv a následně zpracováno na čistá vlákna. Později, v období druhé světové války, se do uniforem vyrobených z kopřivových vláken oblékali vojáci, když nastalo období nedostatku bavlny. Roku 1993 Institut aplikované botaniky v Hamburku začal provádět průzkumy různých odrůd kopřiv. I v následujících letech se tento institut zabývá kopřivami, jakožto obnovitelnými zdroji sloužícími jako náhražka skleněných vláken. Zabývá se i inovativními technologiemi a vývojem produktů pro textilní průmysl. [10]

4 ZAŘAZENÍ KOPŘIVY DVOUDOMÉ DO SYSTÉMU PŘÍRODNÍCH VLÁKEN

Kopřiva dvoudomá se řadí mezi přírodní rostlinná vlákna, získaná ze stonku. Tato vlákna se souhrnně nazývají vlákna lýková.

4.1 ZAŘAZENÍ MEZI ROSTLINNÁ VLÁKNA

Tab. 1 – Zařazení kopřivy dvoudomé do systému přírodních rostlinných vláken

ROSTLINNÁ VLÁKNA			
<u>ze semen</u>	<u>z plodů</u>	<u>ze stonků (lodyh)</u>	<u>z listů</u>
Bavlna	Kokos	Len	Sisal
Kapok		Konopí	Manilské konopí
		Juta	Novozélandský len
		Ramie	Ananas
		Kenaf	Agave
		Kopřiva	Aloe
		Klejcha	Rašelina

Převzato z: [5]

4.2 PŘEHLED CHEMICKÉHO SLOŽENÍ CELULÓZOVÝCH VLÁKEN

Mezi celulózová vlákna patří vlákna bavlněná, lněná, konopná, jutová, ramiová a kopřivová. Tato vlákna jsou tvořena celulózou, dále pak ligninem a pektinem.

Celulóza

Celulóza je nejrozšířenější vysokomolekulární látkou na zemi. α celulóza je kvalitní celulóza s vysokým polymeračním stupněm $10 \cdot 10^3$. Hemicelulózy jsou celulózy s krátkým řetězcem, pro výrobu vláken tedy nepoužitelné. [11] V přírodě se celulóza vyskytuje vždy s doprovodnými látkami:

Tab. 2 - Doprovodné látky celulózy

Pektocelulóza	bavlna, len + pektiny
Lignocelulóza	ramie + lignin
Kutocelulóza	korek + vosky a tuky

Převzato z: [5]

Lignin

Lignin je důležitou stavební složkou dřeva zabezpečující dřevnatění jeho buněčných stěn. Obsah ligninu tvoří zhruba 26 - 35 % hmotnosti dřeva. Lignin je po celulóze druhou nejčastější organickou sloučeninou na Zemi. [12]

Pektin

Pektin je lineární polysacharid kyseliny galakturonové, jenž se podílí na stavbě některých rostlinných pletiv. Pektiny jsou buď nerozpustné ve vodě (tzv. protopektiny), nebo účinkem kyselin či protopektináz i rozpustné. [13]

Tab. 3 – Chemické složení celulóзовých vláken

Vlákno	α celulóza [%]	hemicelulózy [%]	lignin [%]	pektin [%]
Bavlna	92	6	-	1.2
Len	81	14	3	1,7
Konopí	70-75	8-15	8-12	1,5
Juta	72	13	13	0,2
Ramie	76	15	1	1,9
Kopřiva	40	28	17	8

Převazato z: [5]

Z hlediska chemického složení kopřiva obsahuje nejnížší podíl α celulózy. Což má negativní dopad na výtěžnost kvalitních dlouhých vláken. Jako nejlepší se jeví bavlna, poté len.

5 ZÍSKÁVÁNÍ LÝKOVÝCH VLÁKEN

Pro lýková vlákna existuje univerzální způsob získání těchto vláken, neboť stonkové rostliny obsahující lýková vlákna, mají podobnou konstrukci i složení. Stonky lýkových vláken mají různou délku, nejčastěji se pohybuje mezi 1-3 metry. Nejvyšší je juta dosahující až 5 metrů. Z těchto stonků se nejprve musí získat vlákno technické. Jehož délka se pohybuje kolem 1 metru v závislosti na výšce rostliny. Aby došlo k lepšímu získání technického vlákna, je využíváno několika metod, které umožňují snazší získání těchto vláken.

5.1 METODY UVOLŇOVÁNÍ TECHNICKÉHO VLÁKNA ZE STONKU

Na příkladu lnu si lze představit způsoby uvolnění vlákna ze stonku. Len je svým složením velice blízký kopřivě, tudíž je možno předpokládat, že stejným způsobem lze získat i vlákna kopřivová.

Několik metod uvolňování vlákna:

- biologické metody
- fyzikální metody
- chemické metody
- mechanické metody

5.1.1 BIOLOGICKÉ METODY UVOLŇOVÁNÍ VLÁKNA

Biologické metody jsou historicky nejstarší a zaručují získání největšího podílu dlouhého vlákna vysoké jakosti. Mezi biologické metody zahrnujeme rosení, studenovodní a teplovodní máčení.

5.1.1.1 ROSENÍ

Jedná se o způsob, kterým se uvolňují vlákna ze stonku. Je to biologický proces rozkladu pektinových látek. Tyto pektinové látky spojují svazky vláken s pletivem lýkové kůry a dřevoviny. Tento proces probíhá díky činnosti enzymů, především plísní. Rychlost a stejnoměrnost průběhu rosení závisí na vlhkosti vzduchu, která by měla být 65-75%, a na jeho teplotě, ideální je 15 – 20 °C s menším osluněním. Vhodná doba rosení je v druhé polovině srpna až začátkem září. Rosení lnu probíhá 3 – 4 týdny. [14]

5.1.1.2 STUDENOVODNÍ MÁČENÍ

Jedná se o nejstarší způsob uvolňování vlákna. Zeměmi, kde se od pradávna využívalo tohoto způsobu, byl Egypt, později Belgie. Belgie byla zemí, která proslula metodou máčení. K máčení se využívalo řek, potoků a kanálů. U nás se provádělo máčení v rybnících, jezerech, vyhloubených jámách a betonových nebo zděných bazénech. Toto máčení u lnu probíhalo pomalu asi 3-4 týdny.

5.1.1.3 TEPLOVODNÍ MÁČENÍ

Poprvé se uvedlo do Irska z Ameriky v roce 1846. Postupně bylo rozšířeno do Francie a Rakouska-Uherska. Náklady byly velmi vysoké na rozdíl od studenovodního máčení, a tak zaniklo po deseti letech. Později se znovu obnovilo před první světovou válkou. Při tomto máčení se užívaly různé metody a technologie. Nejvýznamnější byla metoda prof. Rossiho. Spočívala v nasazování bakterií do máčecí vody. V Čechách a na Moravě se tento způsob rozšířil počátkem druhé světové války. Teplovodní máčení probíhalo při teplotách 32- 34°C, po vymáčení se stonek propláchl, ždímal a sušil. [15]

5.2 KOTONIZACE

Jedná se o chemické uvolňování elementárních vláken. Cílem je vyrobit krátké, elementární vlákno, 30-60 mm dlouhé, které může být následně zpracováno bavlnářským nebo

vlnařským technologickým způsobem. Spočívá v rozrušení pektinů spojujících elementární vlákna.

Kotonizace může být – mechanická (Crightonovo čechradlo)

 chemická (alkálie za tepla)

 pára pod tlakem (steam explosion)

 enzymatické předzpracování

 biologická (bakterie) [5]

5.3 LÁMÁNÍ A POTĚRÁNÍ

Probíhá v tírně. Proces spočívá v pročešání a urovnání svazků vláken. Následně se kalandruje, čili láme. To způsobí oddělení dřevoviny. Nakonec probíhá potěrání, kdy se odstraní zbytek dřevoviny, a získají se krátká i dlouhá vlákna. [5]

5.4 VOCHLOVÁNÍ

Jedná se o pročešávání, jehož cílem je vyselektovat dlouhá kvalitní vlákna. Při této operaci se zjemňují vlákenné svazky, oddělují krátká a zcuchaná vlákna a vlákna nepevná. Odstraňují se pocuchaná a zauzlená místa. Vyčesávají se nečistoty, plevel a pazdeří. [16]

5.5 PŘEDENÍ

Poslední fáze, kdy dochází k předení na příze. Předivo se postupně urovnává. Vlákna z chomáčků se osamocují a paralelizují, následně probíhá družení, aby se dosáhlo lepší stejnoměrnosti a promísení. Vlákenné svazky, původně hrubé se zjemňují do výsledné příze. Nakonec se udělí zákrut, který přízi zpevní. Spřádání lnu probíhá za sucha či za mokra. Za sucha nám vzniká příze zvaná lenka, která je hladší a stejnoměrnější. Za mokra je to příze koudelka, která je hrubší. V případě kopřivy dvoudomé je využito stejného principu. Poté může být příze zpracována na textilie. [17]

6 CHARAKTERISTIKA LÝKOVÝCH STONKŮ A VLÁKEN Z HLEDISKA SLOŽENÍ A STRUKTURY

Lýková vlákna se získávají zejména ze stonků některých dvouděložných rostlin. Jedná se o vlákna mnohobuněčná, skládající se z řady elementárních vláken. Mají podobné složení:

celulóza 65 - 85 %

popeloviny 1 - 5 %

tuky, vosky 2 - 4 %

pektiny, hemicelulózy 2 - 10 %

lignin 1 - 20 %

vlhkost 10 %

Podobný mikroskopický vzhled a podobné vlastnosti. [5]

Mikroskopie lýkových vláken obhluje kolénka, která se vyskytují na povrchu všech těchto vláken. Kolénka jsou zesílená místa, v nichž se mění směr vlákna pod určitým úhlem, nebo vzniká příčný pruh ve tvaru písmene x, popřípadě náhlé posunutí stěn z původního směru vlákna.

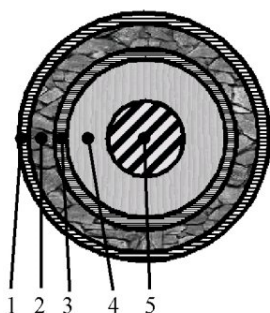
Pro všechna lýková vlákna je typický i lumen. Má nepravidelnou šířku a prostupuje celou délkou vlákna. [18]

6.1 STRUKTURA STONKU

Existují dva typy stonků, jednak je to stonek dřevostředný a jednak lýkostředný. Kopřiva dvoudomá je typ dvouděložné byliny, jehož stonek je dřevostředný. To znamená, že uprostřed tohoto stonku je dřevovina, která zde tvoří značnou část objemu stonku, a to 60%. V okrajových částech po celém obvodu je lýková část. Tato část zahrnuje několik technických vláken, skládajících se ze svazků jednobuněčných elementárních vláken. Svazky elementárních vláken jsou slepeny pektiny, takzvaným rostlinným kličem. Elementární vlákna jsou dlouhé protáhlé buňky uzavřené na koncích. Ve středu těchto

vláken je lumen. [5] Výhodou kopřivového vlákna je jeho dutost. Neboť právě ta zajišťuje dobré izolační vlastnosti.

Stonky kopřivy i ostatních lýkových vláken (obr. 9) jsou totožné, co se týče jednotlivých vrstev. Rozdíl je ve tvaru jednotlivých stonků a vláken.



- 1) Epidermis (pokožka s průduchy) - slabá vnější vrstva, obsahující kutikulu s vosky – slouží jako ochrana stonku proti vlivům povětrnostním
- 2) Lýková vrstva – tvořená parenchymem, kolenchymem a sklerenchymem. Parenchym a kolenchym tvoří primární kůru uloženou pod pokožkou.

Obr. 9 – Průřez lýkovým stonkem [9]

Parenchym zde plní funkci pojiva mezi kůrou a technickými vlákny, mimo jiné obsahuje živiny.

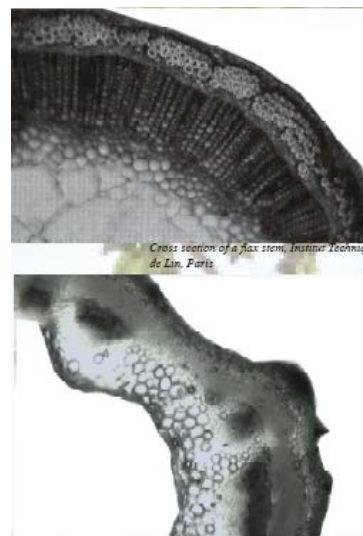
Sítnice jsou zde, aby vyživovaly rostlinu. Jsou to rourkovité buňky. Kolenchym je mechanické pletivo, jeho funkcí je zpevňovat stonek v době, kdy ještě nejsou utvořena vlákna. Sklerenchymem jsou lýková vlákna, která mají funkci zpevňovací. Tato vlákna tvoří odvod stonku a jsou uspořádána ve svazcích, kterých je ve stonku 20-25.

- 3) Lýko prostoupené dřevinou
- 4) Dřevitá vrstva – parenchym – lehká hmota sloužící jako výztuž stonku rostliny. Tvoří 50 – 60 % váhy stonku.
- 5) Dřeň (duše) [3, 19]

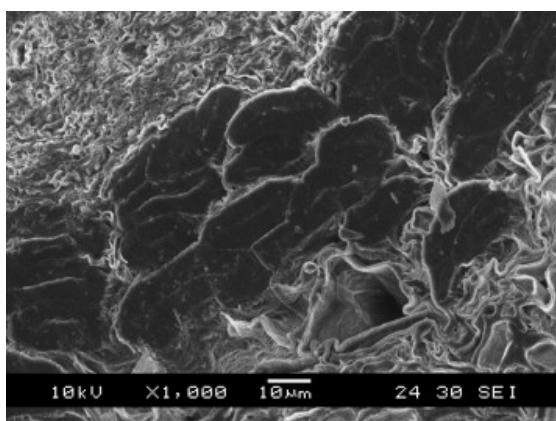
6.2 TVAR A VÝŠKA STONKU

Na obrázku č. 10 je znázorněn průřez stonky lnu a kopřivy.

Rozdíl mezi těmito stonky není ve struktuře jednotlivých vrstev, ale ve tvaru těchto stonků. Lněný stonek je kulatý, válcovitý. Jeho povrch je hladký. Kopřivový stonek je hranatý. Povrch rýhovaný. Výška lněného stonku dosahuje hodnot kolem 100 cm. Výška kopřivy může dosáhnout až 2, 8 metrů, což je typické pro speciální vyšlechtěné druhy. Obvyklá výška je od 30 do 150 cm.



Obr. 10 – Průřez stonkem lnu (nahore) a kopřivy [10]



Na obrázku č. 11 je znázorněn průřez kopřivovým stonkem. Lze vidět jasně zřetelná technická vlákna, která mají ledvinovitý průřez, a vyskytují se po obvodu stonku dvouděložných rostlin. Tato vlákna tvoří lýkovou vrstvu. Elementární vlákna, spojená pektiny, jsou uspořádána do svazků, tvořících vlákna technická. [20]

Obr. 11 – Průřez stonkem kopřivy dvoudomé [11]

6.3 TECHNICKÉ A ELEMENTÁRNÍ VLÁKNO

Tab. 4 – Délka celulósových vláken

Vlákno	l tech. vl. [m]	l elem.vl. [mm]
Bavlna		12 – 55
Len	0,6 – 0,8	25 – 30
Konopí	1 – 2	15 – 25
Juta	1,5 – 4,5	0,8 – 6
Ramie	1,2 – 1,5	60 – 250
Kopřiva	0,2 – 1,4	25 – 70

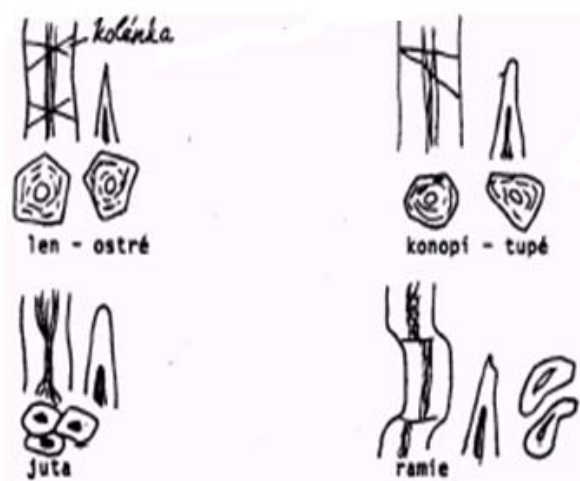
Převzato z: [6]

Technických vláken se vyskytuje u lýkových rostlin 15 – 30. Z tabulky č. 4 lze zjistit délku technického a elementárního vlákna jednotlivých celulósových rostlin. Délka technického vlákna je závislá na výšce rostliny. To znamená, že nejdelší technické vlákno má juta. Toto vlákno může mít dokonce i 5 metrů. Pro textilní zpracování je však významnější hodnota délky vlákna elementárního, která dosahuje nejvyšší hodnoty u ramie, a to až 25 cm. Kopřivové vlákno je obvykle dlouhé kolem 5 cm. [5]

6.4 TVAR LÝKOVÝCH VLÁKEN V PŘÍČNÉM ŘEZU

Na obrázku č. 12 je znázorněn tvar příčného řezu jednotlivých lýkových vláken. Len má ostré okraje a jeho vlákno má 5-7 stěn s ostrými špičkami.

Konopí má tupé okraje s rozeklanými konci elementárních vláken. Vlákno je širší a po délce pruhované. Typický je široký lumen a zaoblené rohy. Juta má tvar kulovitý s tupými okraji. Kopřivové vlákno není znázorněno, ale jeho tvar je totožný s tvarem ramiového vlákna.



Obr. 12 – Průřezy lýkovými vlákny [12]

Tvar kopřivových vláken je elipsovitý a vláknem protupuje podlouhlý kanálek. Tvar elementárního vlákna v průřezu připomíná ledvinovitý tvar bavlněných vláken. Tvar vlákna se vyznačuje zakulacenými nebo zešíkmenými konci. [5]

7 VZHLED A VYBRANÉ VLASTNOSTI KOPŘIVOVÝCH VLÁKEN

Tato část je nejvýznamnější, neboť díky ní jsou vyzdvíženy přednosti kopřivových vláken. Vybrané vlastnosti kopřivy dvoudomé jsou vzájemně srovnávány s dalšími celulózovými vlákny.

7.1 BARVA KOPŘIVOVÝCH VLÁKEN VE SROVNÁNÍ S VLÁKNY LÝKOVÝMI

Kopřivové vlákno může mít několik barev. Vše závisí především na době sběru a způsobu získání vlákna. Při rosení je vlákno tmavší. Při máčení světlejší. Vlákno může být bílé, světle zelené až nahnědlé (obr. 13). Snahou je získat vlákno, co nejsvětlejší. Pro



ostatní lýková vlákna platí, že jsou hladká a lesklá.

Obr. 13 – (zleva) Svazek kopřivových vláken, lněných a chomáč vlněných vláken [10]

Na základě způsobu získávání jsou kopřivová vlákna světle žlutá až bílá, někdy s odstíny zelené. [6]

7.2 PEVNOST A TAŽNOST KOPŘIVOVÝCH VLÁKEN

Tab. 5 – Relativní pevnost a tažnost elementárního vlákna

Vlákno	f [mN/tex]	ϵ [%]
Bavlna	300 – 450	6 – 10
Len	440 – 530	0,6 – 2
Konopí	300 – 700	1,5 – 3
Juta	180 – 400	1,7
Ramie	300 – 600	6 – 10
Kopřiva	400 – 700	1,2 – 2,9

Převzato
z: [6]

Z hlediska pevnosti vlákna, kopřiva dosahuje vysokých hodnot, o čemž jsem se přesvědčila i ve své experimentální práci. Jsou mnohem pevnější než vlákna bavlněná. Svou pevností jsou blízka vláknům ramiovým a konopným. Tažnost kopřivových vláken je však nízká a dosahuje hodnot pouze kolem 2 %, což je ve srovnání s bavlnou a ramií podstatně nižší hodnota. Jako nejideálnější, z hlediska proporčního mezi pevností a tažností, se jeví ramie. Ta disponuje vysokou relativní pevností 300 – 600 [mN/tex] a značnou tažností 6-10 [%]. Obecně jsou lýková vlákna relativně pevná $f_s = 5 - 8 \text{ cN/dtex}$.

7.3 DÉLKA A TLOUŠŤKA TECHNICKÉHO A ELEMENTÁRNÍHO VLÁKNA

Tab. 6 – Délka a tloušťka elementárního vlákna

Vlákno	střední délka [mm]	střední průměr [μm]
Bavlna	19 – 38	10 – 17
Len	17 – 20	12 – 17
Konopí	10 – 14	14 – 17
Juta	2 – 4	15 – 20
Ramie	50 – 65	30 – 50
Kopřiva	25 – 70	15 – 25

Převzato z: [5,6]

Střední délka elementárních vláken kopřivy dvoudomé se pohybuje kolem 5 cm. Střední průměr je 15 – 25 μm , což obdobné jako u ostatních lýkových vláken.

Nejvyšších hodnot opět dosahuje ramie, která má nejdelší lýkové buňky ze všech textilních materiálů. Délka elementárních vláken je 50 – 65 mm a střední průměr 30 – 35 μm . Buněčná vlákna jsou dlouhá 120-150 mm. Výjimečně mohou dosáhnout délky až 260 mm. Tloušťka vlákna je 40-80 μm .

Délka technického vlákna lnu je 20 – 140 cm. Tloušťka je 200 – 300 μm . Délka elementárního vlákna je 15 – 40 mm, tloušťka 10 – 30 μm .

Kopřiva má délku technického vlákna od 20 – 140 mm. Elementární vlákno má 25 – 70 mm. [5, 6]

7.4 TAHOVÉ VLASTNOSTI LÝKOVÝCH VLÁKEN

Tab. 7 – Další parametry kopřivového vlákna

	Youngův modul (GPa)	Maximální napětí (MPa)	Deformace přetrhu (%) do	Hustota (g/cm ³)	Průměr (μm)
Kopřiva	87 (± 28)	1594 (± 640)	2.11 (± 0.81)	1,52	19.9 (± 4.4)
Len ariane	58 (± 15)	1339 (± 486)	3.27 (± 0.4)	1.53	17.8 (± 5.8)
Len Agatha	71 (± 25)	1381 (± 419)	2.1 (± 0.8)	1.53	15 (± 0.6)
Konopí	19.1 (± 4.3)	270 (± 40)	0.8 (± 0.1)	1.48	31.2(± 4.9)
Ramie	24.5	560	2.5	1.51	34
Sklo	72	2200	3	2.54	

Převzato z: [11]

Jak lze vyčíst z tabulky č. 7, z hlediska tuhosti je kopřivové vlákno blízké vláknům skleněným. Má větší Youngův modul a tudíž větší tuhost. Nižší má však pevnost a deformaci do přetrhu, oproti skleněným vláknům. Díky tahovým vlastnostem kopřivových vláken můžeme usuzovat, že by tato vlákna byla vhodná jako výztuže kompozitních materiálů. [20]

7.5 DALŠÍ VÝZNAMNÉ VLASTNOSTI LÝKOVÝCH VLÁKEN

Omak u většiny lýkových vláken je studený. U kopřivy hřejivý. Lýková vlákna relativně dobře vodí teplo a silně navlhají (uzanční vlhkost se pohybuje kolem 12%). Vlákna kopřivy získaná ze stonku se dobře barví. [9]

8 VÝHODY A ZAJÍMAVOSTI KOPŘIV A VLÁKEN Z NICH ZÍSKANÝCH

Je několik desítek druhů kopřiv, které se liší svou výškou a kvalitou vláken z nich získaných. Vláknata hrubší se využívají na plachty a provazy. Vláknata jemnější na oblečení. V následující části jsou představeny nejvýznamnější faktory, které mohou hrát důležitou roli při budoucím zpracování kopřiv.

8.1 PĚSTOVÁNÍ

Kopřivy jsou nenáročné na pěstování. Vyskytují se v mírných oblastech světa, na různých stanovištích a rozličných půdách. Šíří se pomocí semen a podzemními oddenky, které se plazí těsně pod povrchem půdy. Velikou výhodou kopřivy dvoudomé je to, že je to vytrvalá bylina a libuje si v bohatých dusíkatých půdách. Například v místech, kde se vypouští odpady. Metody pěstování jsou šetrné k životnímu prostředí. Rostlina je velmi odolná proti působení chorob a škůdců. Nemusí být využito nebezpečných agrochemických vstupů k jejich ochraně.

8.2 DOBRÝ IZOLANT TEPLA

Velice příznivou vlastností kopřivových vláken je to, že jsou tato vlákna dutá, což umožňuje hromadění vzduchu, a tím se vytváří přírodní izolace. V zimě se využívá nízkého zákrutu, aby byla udržena konstantní tělesná teplota, naopak v létě se vlákno zakrucuje, aby se izolace snížila. [21]

8.3 VLASTNOSTI BLÍZKÉ BAVLNĚ

Kopřiva dvoudomá má charakteristické vlastnosti, které ji odlišují od ostatních přadných rostlin. Ve srovnání s bavlnou jsou její vlákna mnohem silnější, ale stále ještě jemnější než u jiných lýkových vláken. Významnou osobností zabývajících se kopřivovými vlákny byl Bredemann. Ten se od roku 1940 zabýval vývojem kopřiv s velkým obsahem vlákniny. Mimo jiné zjistil, že kopřiva dvoudomá je schopna poskytovat kvalitní vlákna svými vlastnostmi blízká bavlně. [22] Využívala se na oděvy Napoleonova vojska a vojska I. a II. světové války. Byla schopna dokonale nahradit bavlnu v době jejího nedostatku. V současné době je velkým trendem hledání alternativních plodin, z důvodu existujících problémů v zemědělství. Na kilogramovou produkci bavlny se spotřebuje 7000-29000 litrů

vody, což má negativní dopad na životní prostředí. Nahrazení bavlny kopřivou může ušetřit velké množství vody. [23] Samostatnou problematikou je i dětská práce, která je často využívána na ruční sklizeň bavlny.

8.4 NOVÝ TREND

V současnosti vzrůstá úloha ekologie, což se samozřejmě projevuje i v textilu. Kopřiva se zdá být velmi vhodnou alternativou bavlny, jejíž pěstování a výroba textilií má negativní ekologické dopady. Bavlna se pěstuje se v Indii, Súdánu, Pákistánu a Číně. Poptávka po bavlně se neustále zvyšuje zejména u rozvojových zemí. To nic nemění na tom, že pěstování bavlníku, přesto že se jedná o přírodní vlákno, není šetrné k životnímu prostředí. Na pěstování bavlníku se spotřebuje přibližně 10-15% všech světových pesticidů a 25% všech využívaných insekticidů.

Světová zdravotnická organizace (WHO) zveřejnila, že ročně v rozvojových zemích umírá na otravu pesticidy 20 000 lidí a mnoho z těchto pesticidů se používá právě při pěstování bavlny. [24] Spotřeba kopřiv na textilie je ekologickou cestou. Proto začíná spousta firem investovat do výzkumu a vývoje zpracování alternativních plodin jako je kopřiva. V současné době jsou na italských módních přehlídkách představovány oděvy, jako bundy a džíny, z kopřivových vláken. Velikou předností oděvů zhotovených z kopřiv je jejich vlastnost a to, že v létě chladí a v zimě hřejí. Na rozdíl od bavlny, která tím nedisponuje. Také v německém údolí Rýna se nachází speciální plantáže kopřiv, z nichž se zhotovují oděvy. Kopřivy nejsou ošetřovány žádnými pesticidy. Později se z kopřiv utká látka, která putuje do Indie, kde ji nastříhají, sešijí a obarví. Tento přírodní materiál je obarven přírodními barvivy. Sytě modrého odstínu docílí využitím rostliny boryt barvířský. Z indických továren se vrací hotové džíny zpět do Evropy, kde jsou prodávány, pod značkou Corpo Nove, ve dvou londýnských buticích za zhruba čtyři a půl tisíce korun. Džíny nejsou pouze jediným kopřivovým výrobkem. Tkají se z nich i kabátky, u nichž se využívá výborných tepelně izolačních vlastností. [25]

8.5 ZAJÍMAVOSTI ZÍSKÁVÁNÍ KOPŘIVOVÝCH VLÁKEN

Jednou z dalších společností, která se zabývá kopřivami, jako zdrojem textilních vláken a zejména jejím šetrným ekologickým využitím, je švýcarská společnost SwicoFil. Tato firma zpracovává volně rostoucí kopřivy z Himalájí. Zdejší lidé zde chodí do okolí vesnic a

trhají kopřivy, oddělí od stonku kůru a na slunci ji nechají zaschnout po 3 dny a poté je namočí do vody na dobu 10 dní. Pak je oplachují čistou vodou. Za 10 dní se tímto způsobem získá 1 kg příze. Tato příze z divoké kopřivy (a divokého konopí) nemá vždy stejnou barvu a není pravidelná, neboť je stáčená rukou. Dodavatel této firmy mísí do přízí z kopřiv i bavlnu, sóju, bambus, len a jiná přírodní vlákna. Cílovým využitím jsou ručně vázané koberce, stěrapce a pleteniny. [21]



*Obr. 14 - 18 – Zpracování
divoce rostoucích kopřiv
z Himaláji [13]*



8.6 VYUŽITÍ JAKO BARVIVO

Kopřiva poskytuje zelené a žluté barvivo. Trvale zelené barvivo je získáno ze šťávy stonků a listů. Žluté barvivo lze získat z kořene. [21]

8.7 VYUŽITÍ KOPŘIVY NA PAPÍR

Kopřiva se využívala na papír již od dávné minulosti. Zdrojem pro výrobu papíru jsou většinou celulózová vlákna. A proto i kopřivu dvoudomou je možno využít na výrobu papíru.

9 NEVÝHODY KOPŘIV A VLÁKEN Z NICH ZÍSKANÝCH

9.1 ŽAHAVÉ CHLUPY

Slovo kopřiva pochází z latinského „uro“, což v překladu znamená „hořet“. Jako jedna z nevýhod by mohly být žahavé chlupy, pokrývající povrch kopřivy. Tyto chlupy jsou vyztuženy oxidem křemičitým a obsahují jed. Špička tohoto chlupu je velmi křehká a při zavadění o ní se odlomí ostrý hrot, který pronikne do pokožky, a způsobí pálení. Hlavní složkou je histamin, acetylcholine a 5-hydroxytryptamin (serotonin). [26] Nepříjemnost však ztratí na významu, pokud je kopřiva natrhána a nechána, aby alespoň dva dny odležela. Účinnost jedu se poté ztratí.

9.2 HORŠÍ ZPRACOVATELNOST

I přes všechny výhody kopřivového vlákna, co se týká užitných vlastností, kopřivová vlákna se příliš nevyužívají. Jeden z důvodů je jejich obtížnější zpracovatelnost. Je nutno stonky máčet či rosit, což probíhá po dobu alespoň 10 dní. Vyžaduje více práce na sklizeň a následné získání vlákna.

10 DALŠÍ VYUŽITÍ KOPŘIVY DVOUDOMÉ

Odvětví, v němž je využito kopřivy dvoudomé:

- Textilní průmysl (oděvy, technické textilie)
- Kulinářství (mladé výhonky na polévky, na saláty)
- Medicína (léčba prostaty, dny, alergie, astmatu, artritidy, kurdějí)
- Kosmetika (šampóny, kondicionéry)
- Chemický průmysl (barvivo zelené ze stonku a žluté z kořene)
- Zahrádkářství (prostředek k odpuzení mšic, rozklad dřeva v kompostu - díky vysokému obsahu dusíku, anti-houbové vlastnosti – chrání rostliny proti houbovým chorobám, zabraňují růstu plísní)
- Papírenský průmysl (papír) [27]

II EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Tato část je zaměřena na geometrické a mechanické vlastnosti kopřivového vlákna. Nejprve došlo k odvážení jednotlivých komponent, tím byla zjištěna výtěžnost kopřivového vlákna, jednak ze stonku a také z celé rostliny. Poté byly zjišťovány důležité geometrické vlastnosti. Těmito vlastnostmi byla: délka, jemnost a tvar příčného řezu. Mezi zjišťovanými mechanickými vlastnostmi byla: pevnost, tažnost a s ní související parametry získané přístroji Vibroskop a Vibrodyn 400. Dále byla měřena svazková pevnost přístrojem Pressley tester. Délka vláken byla stanovena na základě ručního měření jednotlivých vláken. Struktura vláken je popsána na snímcích z elektronkového rastrového mikroskopu a snímcích z klasického světelného mikroskopu.

11 POPIS VZORKŮ KOPŘIVOVÝCH VLÁKEN

11.1 DOBA A MÍSTO SBĚRU

Mezi měřenými vzorky byly vzorky letních a podzimních kopřiv. Vzorky se liší místem sběru, tedy i nadmořskou výškou, popřípadě i půdním typem.

Vzorky letních kopřiv byly získány v oblasti Chrastavy v nadmořské výšce 480 m.n.m. Tyto kopřivy byly sesbírány v průběhu července a poté byly zavěšeny a usušeny při teplotě 22 - 26°C.

Kopřivy podzimní byly natrhány v oblasti Kutnohorska v nadmořské výšce 410 m.n.m., a to v průběhu října. Tedy až po době vegetačního období. Jeden ze vzorků podzimních kopřiv byl natrhán, zavěšen a usušen při běžné pokojové teplotě 20°C. Druhý vzorek byl natrhán a nechán rozložen v místě sběru a byl podroben rosení. Jednou byl podroben přímému dešti a poté každodennímu rannímu rosení. Venkovní teplota byla 13-17°C se značnou vlhkostí. Proces rosení probíhal po dobu 10 dní.

Posledním vzorkem těchto říjnových kopřiv byl vzorek, který byl natrhán, vložen do kádě s čistou studenou vodou a ponechán v této vodě po dobu 10 dní. Poté byl vyndán a usušen při pokojové teplotě 20°C. Jeden vzorek podzimních kopřiv byl prolisován na školním lisu a usušen ve školní sušičce při teplotě 100°C po dobu 6 hodin.

Tab. 8 – Popis vzorků kopřivových vláken

Typ vzorku	Způsob předpravy	Místo sběru	Nadmořská výška	Typ místa
Letní kopřivy	Sušení	Chrastava	480 m.n.m.	Rumiště
Podzimní kopřivy	Sušení	Kutnohorsko	410 m.n.m.	Stíněný svah
Podzimní kopřivy	Rosení	Kutnohorsko	410 m.n.m.	Stíněný svah
Podzimní kopřivy	Máčení	Kutnohorsko	410 m.n.m.	Stíněný svah

12 POPIS METODY ZÍSKÁNÍ VLÁKEN

12.1 ZPŮSOB UVOLNĚNÍ VLÁKEN Z KOPŘIVOVÉHO STONKU

Pro experiment je zvoleno metody rosení, studenovodního máčení a pouhého sušení. (viz teoretická část – způsob uvolnění vlákna ze stonku)

12.2 MECHANICKÉ ODDĚLOVÁNÍ VLÁKNINY ZE STONKU KOPŘIVOVÉHO VLÁKNA

Nejprve došlo k nalámání stonků na přibližně 5 cm dlouhé úseky. Technická vlákna byla narušena a přerušena v místě kolének. Zde je třeba podotknout, že způsob oddělování vláken od stonku nebyl u všech vzorků stejný. Nejlépe se oddělovala vlákna podzimních kopřiv máčená, naopak nejhůře vlákna letních kopřiv sušených. Tato máčená vlákna se snadno ojednotila i na pročesávacím hřebínku.

13 ZJISŤOVANÉ VLASTNOSTI KOPŘIVOVÉHO VLÁKNA

13.1 VLÁKENNÁ VÝTĚŽNOST

Výtěžnost kopřivového vlákna byla provedena ze stonků zbavených listů. Došlo k provedení dvou druhů zjištění výtěžnosti, a to:

13.1.1 VÝTĚŽNOST Z HLAVNÍHO STONKU

Zde bylo provedeno vážení mechanicky odstraněných vláken z hlavního stonku. Tento stoněk byl zbaven listů, kořene a postranních řapíků.

Celkově bylo provedeno vážení 3 stonků z každého vzorku kopřiv.

Tab. 9 – Výtěžnost ze stonku kopřivy

Vzorek kopřiv	Hmotnost stonku v [g]	Hmotnost vláken v [g]	Výtěžnost v [%]
Letní kopřiva sušená	5,192	1,189	18,63
Podzimní kopřiva rosená	16,552	2,693	13,99
Podzimní kopřiva máčená	10,660	2,105	16,49
Podzimní kopřiva sušená	4,399	1,885	30

Průměrná výtěžnost ze stonků kopřivy dvoudomé je 19, 778 %. Nejvyšší podíl vláken obsahují podzimní kopřivy sušené, aniž bylo užito biologického procesu uvolnění vláken. Naopak nejnižšího podílu je docíleno u rosených kopřiv podzimních, a to 13,99 %.

13.1.2 VÝTĚŽNOST Z CELÉ ROSTLINY

Zde byla odvážena opět mechanicky odstraněná vlákna z kopřivy, která byla zbavená listů. Vážení probíhá včetně postranních řapíků a části zdřevnatělé nad kořenem.

Tab. 10 – Výtěžnost z kopřivy zbavené listů

Typ kopřivy	Hmotnost stonku v [g]	Hmotnost vláken v [g]	Výtěžnost v [%]
Letní kopřiva sušená 5 ks	16,97	1,328	7,826
Podzimní kopřiva máčená 4 ks	20,212	1,231	6,09
Podzimní kopřiva rosená 8 ks	51,313	4,486	8,742

Průměrná výtěžnost u celých kopřiv zbavených listů, včetně odpadových částí (část nad kořenem – velmi tvrdá, z nichž nešlo vlákna získat) a postranních řapíků, byla 7,553 %.

Z těchto údajů vyplývá, že vyšší výtěžnosti je docíleno získáním vláken pouze z hlavního stonku. Vedlejší řapíky nám poskytují nepatrný podíl kvalitních vláken. Údaje se liší i tím, jak vysoká rostlina je. Je nutno zohlednit i dobu sběru těchto rostlin a to, že vlákna byla od stonku oddělena pouze mechanicky, ručním slupováním lýkové části od dřevnaté. Pokud by bylo zvoleno chemické cesty, údaje by se pravděpodobně snížily, neboť by se odstranil i zbytek pektinu a pazdeří, který ručně odstranit nešel.

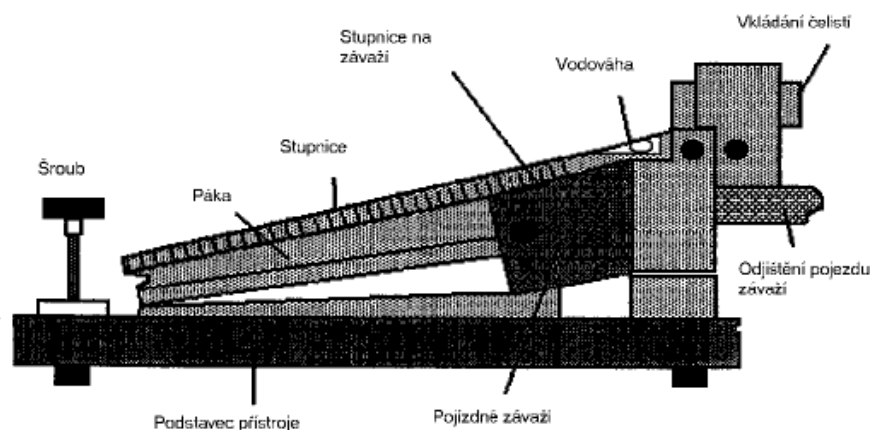
Výtěžnost se nám průměrně pohybuje kolem 20%. V literatuře lze zjistit, že průměr je přibližně 17%.

13.2 SVAZKOVÁ PEVNOST

Tento vlastnost je typická pro zjišťování svazkové pevnosti především bavlněných vláken. Metoda umožňuje velmi rychle podat informace o pevnosti suroviny. Slouží pro měření pevnosti velkého počtu vláken oproti metodě zkoušení jednotlivých vláken. [28]

13.2.1 MĚŘICÍ ZAŘÍZENÍ

Název měřicího přístroje je Pressley fibre strength tester.



Obr. 19 – Schéma přístroje Pressley tester [14]

K přístroji patří i ojehlené pole a přesné váhy s váživostí do 50 mg. Nejprve je třeba pročesat malé množství vláken, poté tato vlákna paralelizovat a ve formě tenkého svazku vláken o šířce cca 6 mm vložit do čelistí přístroje. Poté se uzavřou čelisti a utáhnou předepsaným momentem, k čemuž slouží speciální držák čelistí. Vlákna přesahující čelisti se odříznou a uvnitř čelistí zůstane uzavřena známá délka svazku vláken.

Upínací délka je buď nulová $l_0 = 0$ nebo po vložení vložky mezi čelisti před vložením svazku může být dosaženo upínací vzdálenosti $l_0 = \text{cca } 3,2 \text{ mm}$. Čelisti s upnutým vlákněným svazkem se vloží do kolejniček vahadla přístroje. Poté se přístroj niveluje (ustaví se do polohy, kdy vahadlo přístroje má předepsaný sklon) a spustí se pojezdné závaží.

Závaží pojede po páce, která při přetrhu klesne a závaží se zastaví. Odečte se síla (pevnost) v librách [lb] na páce v úrovni dráhy závaží. Nakonec se čelisti vysunou z přístroje, otevřou se a svazek vláken se odváží na přesných vahách v [mg]. [29]

13.2.2 DOSAŽENÉ HODNOTY

Výchozí nastavení: upínací délka 0 mm

svazková délka $L_b \dots 11,81 \text{ mm}$

Bylo provedeno měření vzorků kopřivových vláken letních sušených, podzimních máčených a podzimních rosených. Pro každý vzorek byla učiněna 3 měření, z nichž byla poté stanovena průměrná hodnota.

Vlákna letních kopřiv – sušená

Tab. 11 – Vlákna letních kopřiv sušená - naměřené hodnoty

Měřený vzorek	Síla v [lb]	Síla F [N]	Hmotnost m [mg]
Vlákna letní			
1.	10	44,48	0,95
2.	9,58	42,7	2,19
3.	14,18	63,16	2,4

Tab. 12 – Dosažená svazková pevnost a její průměrná hodnota

Svazková pevnost vzorku	Hodnota [N/tex]	Průměr v [N/tex]
1.	0,553	0,365
2.	0,230	
3.	0,311	

Vzorec pro výpočet svazkové pevnosti:

$$RP = \frac{F \cdot Lb}{m \cdot 10^3} [N/TEX]$$

Vlákna podzimních kopřiv - rosená

Tab. 13 – Vlákna podzimních kopřiv rosená – naměřené hodnoty

Měřený vzorek	Síla [lb]	Síla F [N]	Hmotnost m [mg]
Vlákna podzimní rosená			
1.	13,18	58,71	2,07
2.	12,45	55,6	2,08
3.	11,7	52,04	1,9

Tab. 14 – Dosažená svazková pevnost a její průměrná hodnota

Svazková pevnost vzorku	Hodnota [N/tex]	Průměr [N/tex]
1.	0,335	0,325
2.	0,316	
3.	0,323	

Vlákna podzimních kopřiv - máčená

Tab. 15 – Vlákna podzimních kopřiv máčená – naměřené hodnoty

Měřený vzorek	Síla [lb]	Síla F [N]	Hmotnost m [mg]
Vlákna podzimní máčená			
1.	9,28	41,37	1,84
2.	14,08	62,72	2,35
3.	9,56	42,7	2,14

Tab. 16 – Dosažená svazková pevnost a její průměrná hodnota

Svazková pevnost vzorku	Hodnota [N/tex]	Průměr [N/tex]
1.	0,266	0,272
2.	0,315	
3.	0,236	

Graf 1 – Svazková pevnost kopřivových vláken



Z průměrných hodnot výsledků měření je patrné, že vlákna letní mají svazkovou pevnost nejvyšší. Naopak vlákna podzimní máčená ji mají nejnižší, a to o 0,093 N/tex.

13.2 PEVNOST KOPŘIVOVÝCH VLÁKEN A S NÍ SOUVISEJÍCÍ PARAMETRY

Tato vlastnost spolu s jemností, tažností a dalšími s nimi souvisejícími parametry byla zjišťována kombinací přístrojů Vibroskop a Vibrodyn 400.

13.2.1 MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ

Vibroskop 400 je přístroj měřící jemnost vláken, pracující na principu vynucených kmitů vláken. Na základě frekvence kmitání vlákna a předpětí se automaticky stanoví délková hmotnost vlákna v [dtex]. Tento přístroj je kombinován s dynamometrem Vibrodyn 400, na kterém se stanoví pevnost vlákna proměřeného na jemnost.



Obr. 20 – Vibroskop, Vibrodyn 400 [15]

Měřené hodnoty zpracovává počítač, jenž je s přístroji spojen. Software počítače statisticky vyhodnocuje jemnost, pevnost, tažnost a poměrnou pevnost v [cN/tex] a [cN/den]. Navíc zobrazuje pracovní křivky vláken. [30]

13.2.2 PRŮBĚH MĚŘENÍ

Vlákna byla před měřením ojednocena na pročešávacím hřebínku. Zde bylo usilováno o zcela ojednocené vlákno. Poté byla jednotlivá vlákna zatížena závažím o váze 500 mg a

vkládána mezi svorky přístrojů. Těchto vláken bylo vloženo pro každý vzorek vždy 50. Přístroj vyhodnotil hodnoty jednotlivých vláken.

Výchozí parametry nastavené pro měření pevnosti vláken:

Nominal Titer :	10 dtex
Stapel length :	25 mm
Gauge length :	10 mm
Test speed :	10 mm/min
Tension weight :	500 mg

Obr. 21 – Výchozí nastavené parametry měření

Celkem bylo provedeno 50 měření pro každý vzorek.

13.2.3 DOSAŽENÉ HODNOTY PEVNOSTI

Vlákna kopřiv letních sušených

	Titer dtex	Force cN	Elong. %	Ten. cN/tex	Ten/ 10% cN/tex	YM 1% cN/tex	YM 1% cN/dtex	YM 1% g/den
Average :	11,99	63,42	2,34	57,13	0,00 2	102,88	210,29	238,18
Std.dev. :	5,69	40,87	0,74	32,23	0,00	886,99	88,70	100,46
CV% :	47,44	64,45	31,79	56,41		42,18	42,18	42,18
Maximum :	29,78	212,20	4,10	155,44	0,00 4	537,10	453,71	513,89
Minimum :	3,20	13,39	1,10	12,29	0,00	667,64	66,76	75,62
Span width :	26,58	198,81	3,00	143,15	0,00 3	869,46	386,95	438,27
Confid- :	10,35	51,63	2,13	47,83	0,00 1	846,98	184,70	209,19
Intervall :	13,63	75,21	2,55	66,43	0,00 2	358,77	235,88	267,16

Obr. 22 – Dosažené hodnoty - letní vlákna sušená

Průměr jemnosti kopřivových vláken letních je 11,99 dtex, nejvyšší hodnotou je 29,78 dtex, naopak nejnižší 5,69 dtex. Pevnost vláken je 57,13 cN/tex. Youngův modul je 210,3 N/tex.

Vlákna kopřiv podzimních rosených

	Titer dtex	Force cN	Elong. %	Ten. cN/tex	Ten/ 10% cN/tex	YM 1% cN/tex	YM 1% cN/dtex	YM 1% g/den
Average :	15,53	103,53	2,50	69,67	0,00 2	200,51	220,05	249,24
Std.dev. :	8,51	75,16	0,84	37,16	0,00	994,99	99,50	112,69
CV% :	54,78	72,60	33,53	53,33		45,22	45,22	45,22
Maximum :	39,74	328,90	4,40	158,24	0,00 4	923,61	492,36	557,66
Minimum :	2,88	15,79	0,90	12,30	0,00	0,00	0,00	0,00
Span width :	36,86	313,11	3,50	145,94	0,00 4	923,61	492,36	557,66
Confid- :	13,07	81,85	2,26	58,95	0,00 1	913,46	191,35	216,73
Intervall :	17,98	125,22	2,74	80,39	0,00 2	487,57	248,76	281,75

Obr. 23 – Dosažené hodnoty - podzimní vlákna sušená

Průměrná jemnost kopřivových vláken podzimních rosených je 15,53 dtex. Nejvyšší hodnotou je 39,74 dtex, naopak nejnižší 2,88 dtex. Pevnost vláken je 69,67 cN/tex. Youngův modul je 220,1 N/tex.

Vlákna kopřiv podzimních máčených

	Titer dtex	Force cN	Elong. %	Ten. cN/tex	Ten/ 10% cN/tex	YM 1% cN/tex	YM 1% cN/dtex	YM 1% g/den
Average :	17,00	86,58	2,85	52,89	0,00 1	527,73	152,77	173,04
Std.dev. :	8,15	47,94	0,92	25,54	0,00	764,77	76,48	86,62
CV% :	47,92	55,37	32,46	48,30		50,06	50,06	50,06
Maximum :	46,88	192,50	5,20	122,59	0,00 3	544,17	354,42	401,42
Minimum :	6,66	15,27	1,10	13,65	0,00	128,80	12,88	14,59
Span width :	40,22	177,23	4,10	108,94	0,00 3	415,37	341,54	386,83
Confid- :	14,65	72,75	2,58	45,52	0,00 1	307,09	130,71	148,05
Intervall :	19,35	100,41	3,11	60,26	0,00 1	748,37	174,84	198,02

Obr. 24 – Dosažené hodnoty - podzimní vlákna máčená

Průměrná jemnost kopřivových vláken podzimních máčených je 17,00 dtex. Nejvyšší hodnotou je 46,88 dtex, naopak nejnižší 6,66 dtex. Pevnost vláken je 52,89 cN/tex. Youngův modul je 152,8 N/tex.

Vlákna kopřiv podzimních sušených

	Titer dtex	Force cN	Elong. %	Ten. cN/tex	Ten/ 10% cN/tex	YM 1% cN/tex	YM 1% cN/dtex	YM 1% g/den
Average :	23,11	131,25	2,33	66,15	0,00 2 049,02	204,90	232,08	
Std.dev. :	12,27	82,37	0,67	39,69	0,00 1 146,87	114,69	129,90	
CV% :	53,08	62,75	28,91	60,00		55,97	55,97	55,97
Maximum :	53,76	344,20	4,30	170,76	0,00 5 001,12	500,11	566,44	
Minimum :	5,05	14,79	1,10	9,42	0,00 293,09	29,31	33,20	
Span width :	48,71	329,41	3,20	161,34	0,00 4 708,03	470,80	533,24	
Confid- :	19,57	107,49	2,14	54,70	0,00 1 718,15	171,82	194,60	
Intervall :	26,65	155,01	2,53	77,60	0,00 2 379,89	237,99	269,55	

Obr. 25 – Dosažené hodnoty - podzimní vlákna sušená

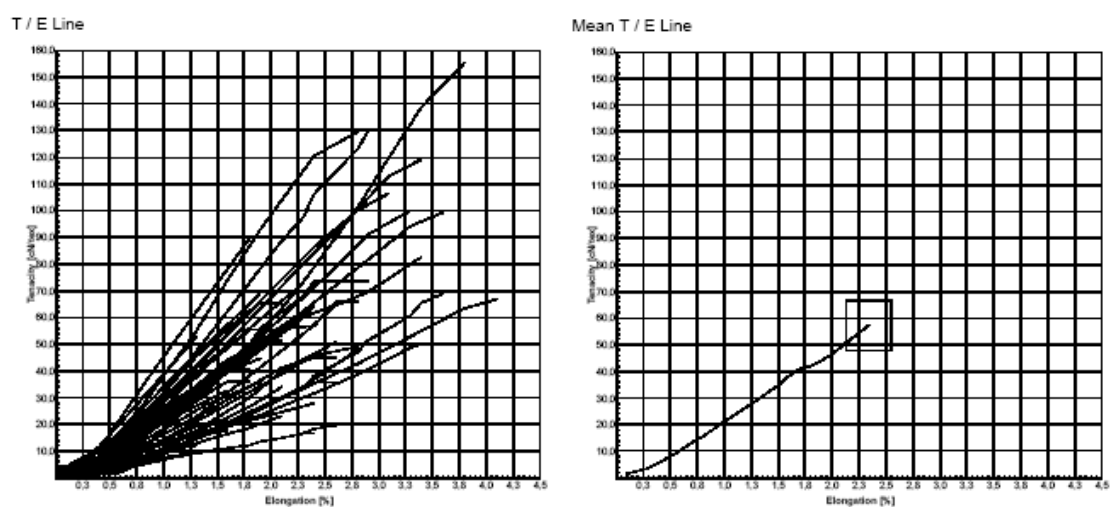
Průměrná jemnost kopřivových vláken podzimních rosených je 23,11 dtex. Nejvyšší hodnotou je 53,76 dtex, naopak nejnižší 5,05 dtex. Pevnost vláken je 66,15 cN/tex. Youngův modul je 204,9 N/tex.

13.2.4 TAHOVÉ KŘIVKY JEDNOTLIVÝCH VZORKŮ VLÁKEN A JEJICH PRŮMĚRNÁ KŘIVKA

V grafu č. 1 je možno vidět 50 pracovních křivek všech měřených vláken. Jedná se o vztah mezi přilnavostí a prodloužením. Graf č. 2 znázorňuje průměrnou křivku všech tahových křivek.

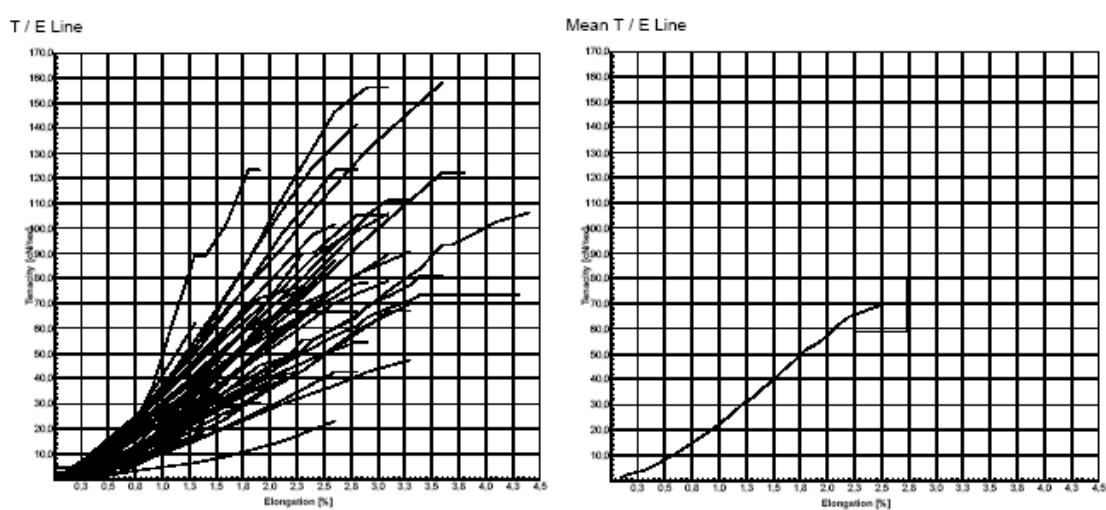
Kopřivová vlákna letní sušená

Graf 2, 3 – Tahové křivky a průměrná tahová křivka - kopřivová vlákna letní sušená



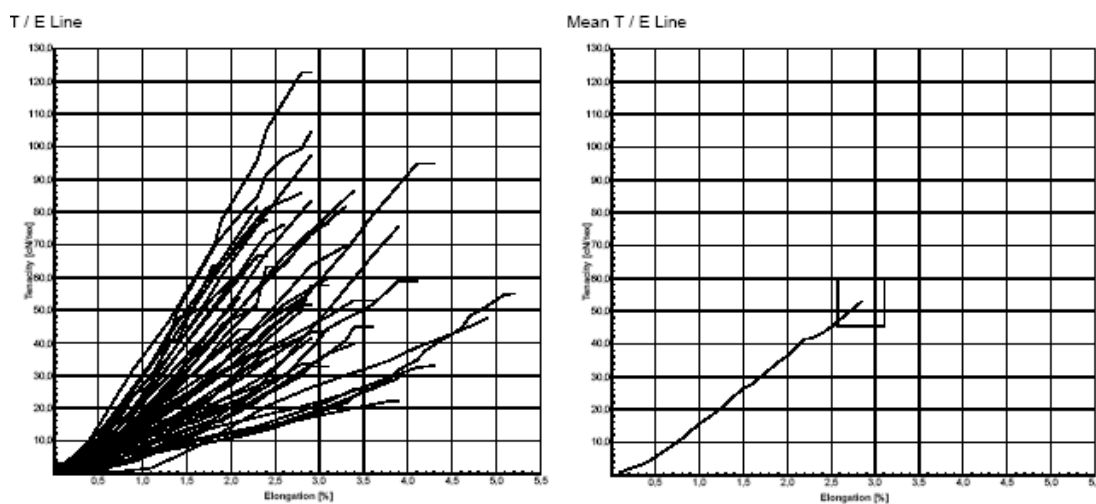
Kopřivová vlákna podzimní rosená

Graf 4, 5 – Tahové křivky a průměrná tahová křivka - kopřivová vlákna podzimní rosená



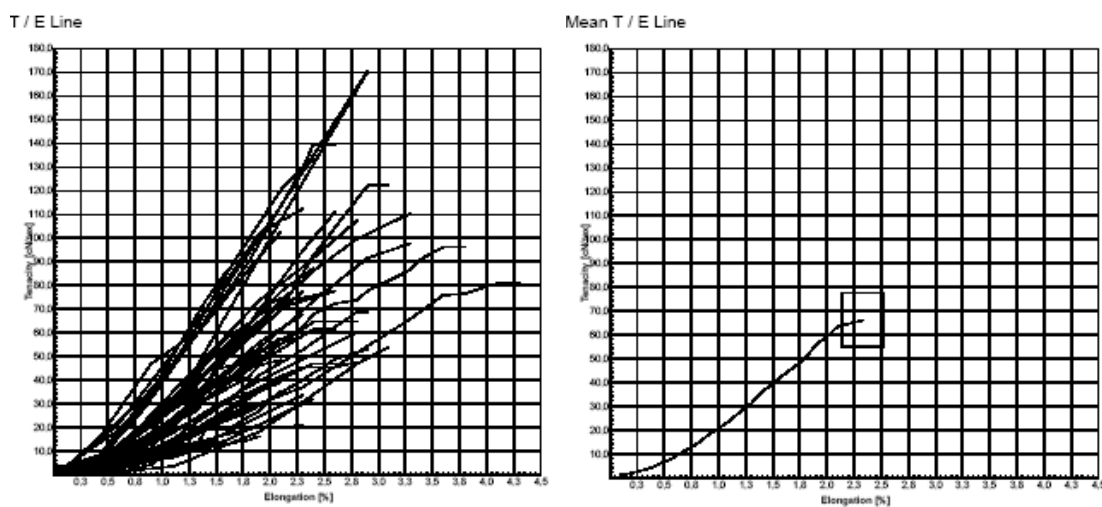
Kopřivová vlákna podzimních máčená

Graf 6, 7 – Tahové křivky a průměrná tahová křivka - kopřivová vlákna podzimní máčená



Kopřivová vlákna podzimní sušená

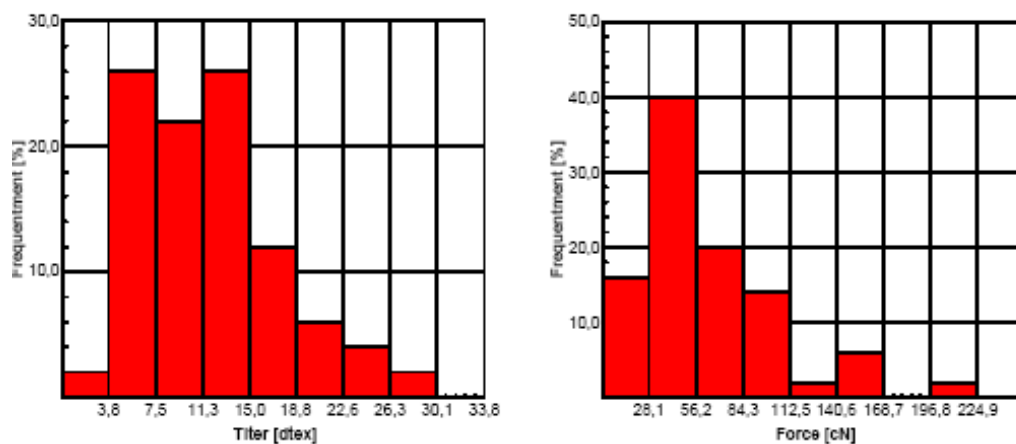
Graf 8, 9 – Tahové křivky a průměrná tahová křivka – kopřivová vlákna podzimní sušená



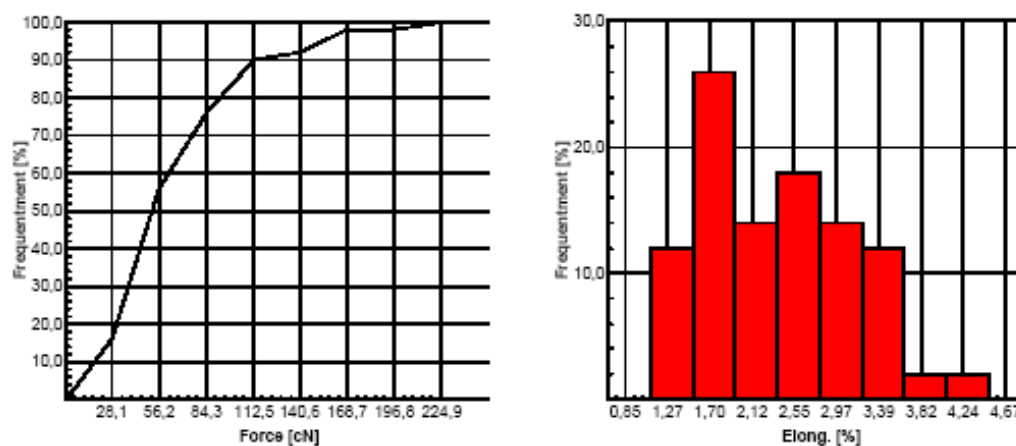
13.2.5 HISTOGRAMY ČETNOSTÍ JEMNOSTI A PEVNOSTI VLÁKEN

Z histogramů četností lze zjistit četnost jemností v [dtex] a pevností v [cN]. Dále je znázorněn polygon četností. Posledním grafem je histogram znázorňující četnost protažení.

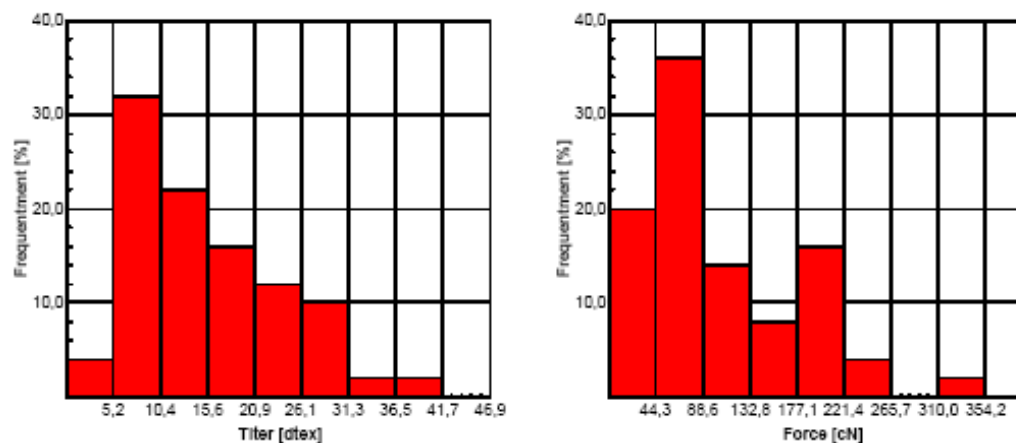
Graf 10, 11 – Vlákna letní sušená – histogramy četností - jemnost, pevnost



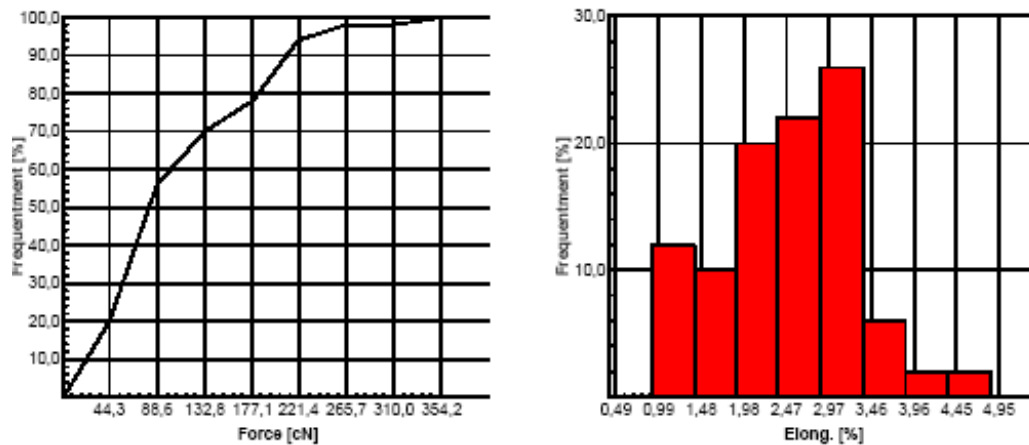
Graf 12, 13 – Vlákna letní sušená – polygon a histogram četností



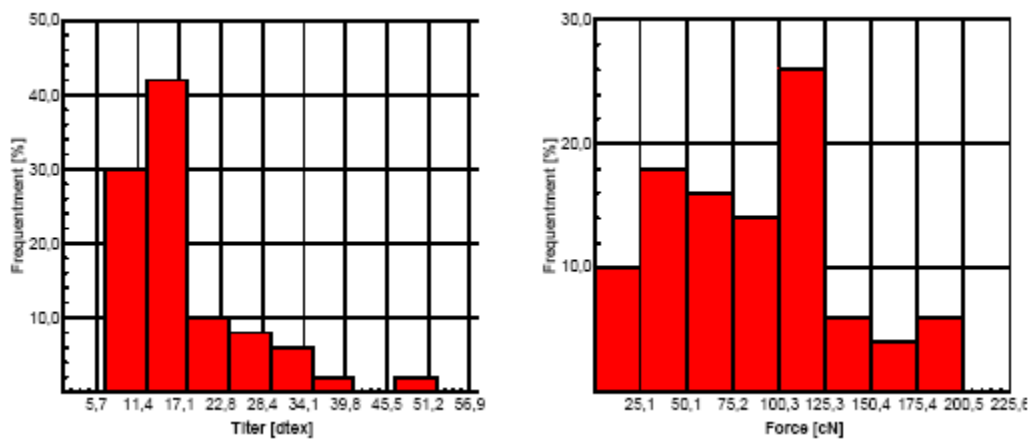
Graf 14, 15 – Vlákna podzimní rosená – histogramy četností - jemnost, pevnost



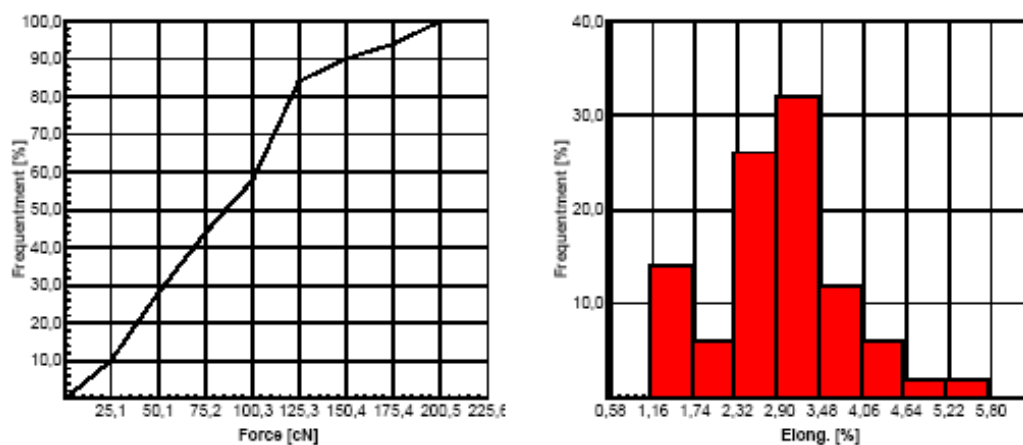
Graf 16, 17 – Vlákna podzimní rosená – polygon a histogram četností



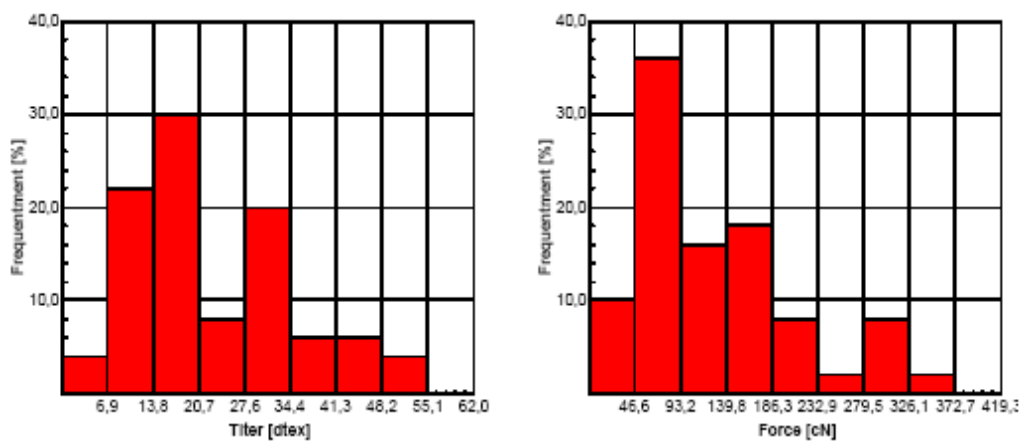
Graf 18, 19 – Vlákna podzimní máčená – histogramy četností - jemnost, pevnost



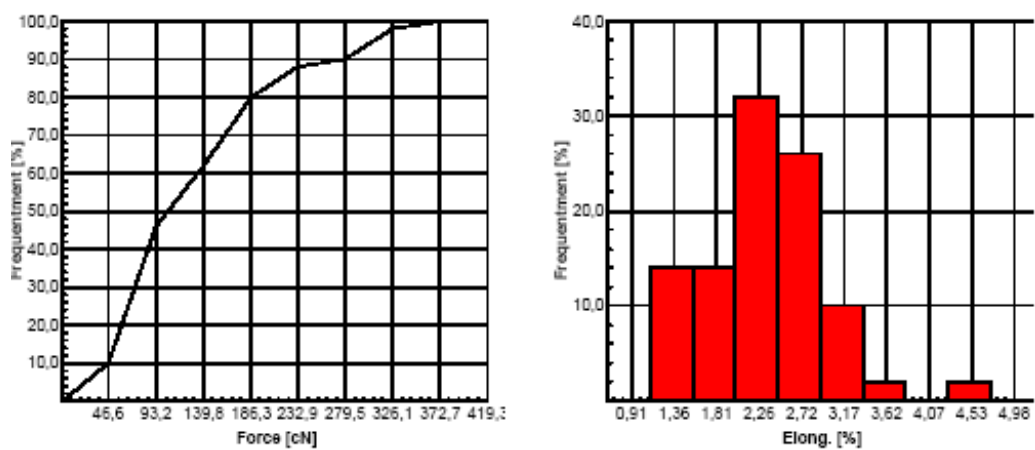
Graf 20, 21 – Vlákna podzimní máčená – polygon a histogram četností



Graf 22, 23 – Vlákna podzimní sušená – histogramy četností - jemnost, pevnost



Graf 24, 25 - Vlákna podzimní sušená – polygon a histogram četností



13.3 DÉLKA VLÁKEN

13.3.1 PRŮBĚH MĚŘENÍ

Pro měření délky kopřivových vláken bylo zvoleno metody přímého měření pomocí milimetrového pravítka. Na černou destičku s glycerínem byla jednotlivá vlákna napříměna a poté došlo k měření délky, která byla následně zapsána. Bylo učiněno 150 měření jednotlivých vzorků.

Kopřivy letní – vlákna sušená

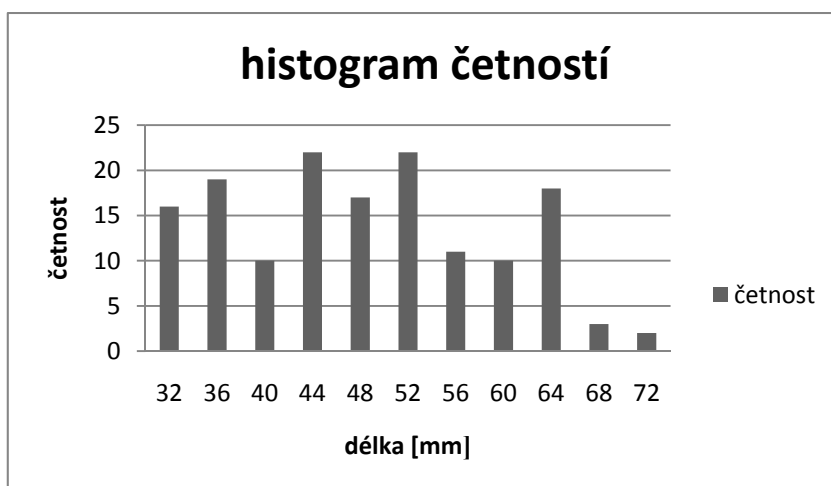
Tab. 17 – Kategorizovaná délka vláken

číslo třídy	rozsah třídy [mm]	třídní znak [mm]	četnost	rel. četnost	součt. Četnost
1	30-34	32	16	0,107	0,107
2	34-38	36	19	0,127	0,234
3	38-42	40	10	0,067	0,301
4	42-46	44	22	0,147	0,448
5	46-50	48	17	0,113	0,561
6	50-54	52	22	0,147	0,708
7	54-58	56	11	0,073	0,781
8	58-62	60	10	0,067	0,848
9	62-66	64	18	0,12	0,968
10	66-70	68	3	0,02	0,988
11	70-74	72	2	0,013	1,001
Σ			150	1,001	

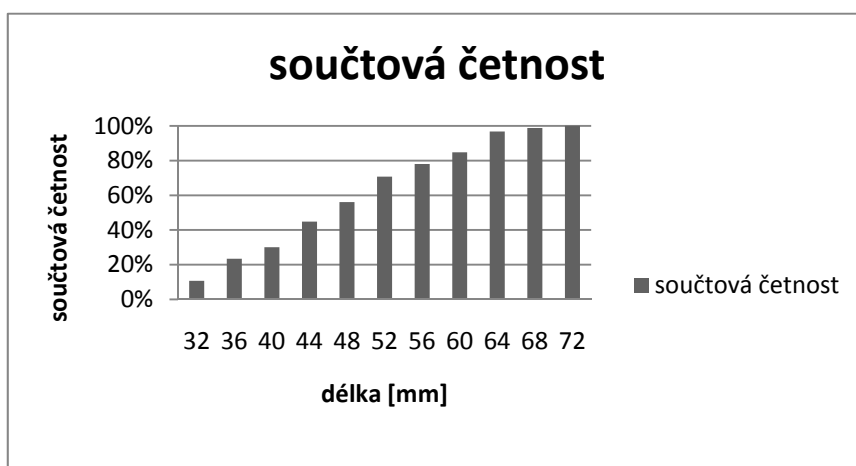
Tab. 18 – Významné dosažené hodnoty délky vlákna

Modus	50 mm
Medián	49 mm
Průměrná hodnota	47,56 mm
Směrodatná odchylka	1,069245 mm
95 % IS	<47,554525 - 47,565475> mm
Minimální hodnota	30 mm
Maximální hodnota	71 mm

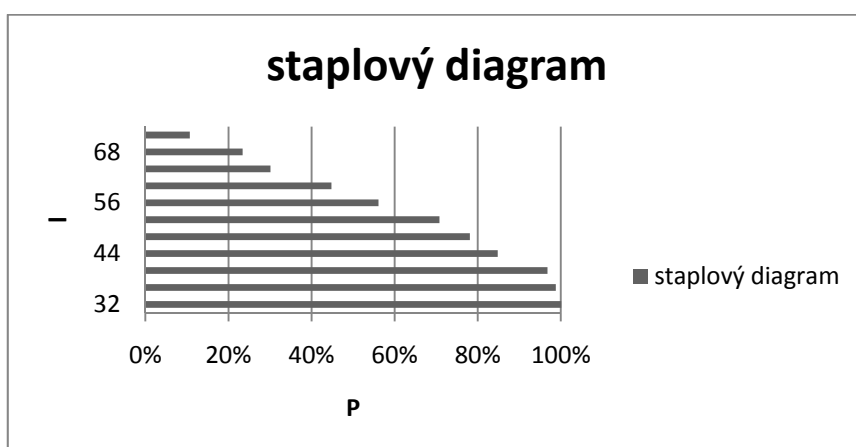
Graf 26 – Histogram četností délky vláken



Graf 27 – Součtová četnost délek vlákna



Graf 28 – Staplový diagram



V tabulkách č. 18, 20 a 22 jsou uvedeny nejdůležitější hodnoty délky jednotlivých vláken. Modus je pro jednotlivé vzorky stejný, a to 5. I další hodnoty jsou velmi podobné. Lze usuzovat, že proces získání vláken nemá na délku vláken vliv.

Kopřivy podzimní – vlákna rosená

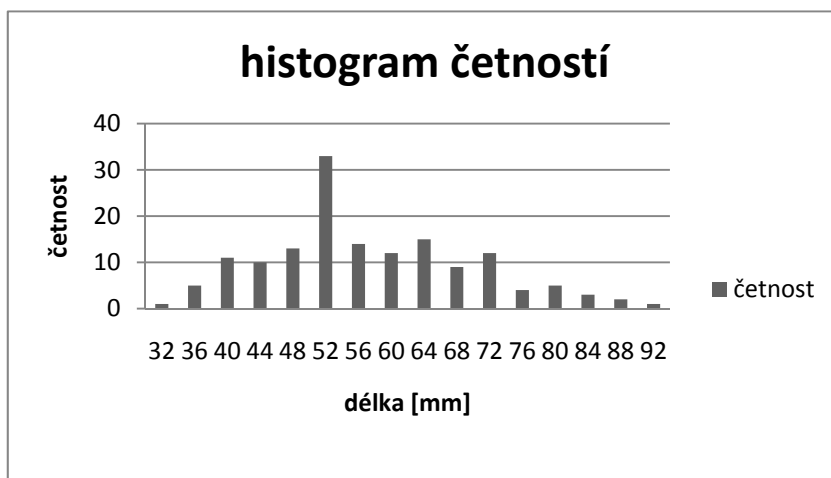
Tab. 19 – Kategorizovaná délka vláken

číslo třídy	rozsah třídy [mm]	třídní znak [mm]	Četnost	rel. četnost	součt. četnost
1	30-34	32	1	0,007	0,007
2	34-38	36	5	0,033	0,04
3	38-42	40	11	0,073	0,113
4	42-46	44	10	0,067	0,18
5	46-50	48	13	0,087	0,267
6	50-54	52	33	0,22	0,487
7	54-58	56	14	0,093	0,58
8	58-62	60	12	0,08	0,66
9	62-66	64	15	0,1	0,76
10	66-70	68	9	0,06	0,82
11	70-74	72	12	0,08	0,9
12	74-78	76	4	0,027	0,927
13	78-82	80	5	0,033	0,96
14	82-86	84	3	0,02	0,98
15	86-90	88	2	0,013	0,993
16	90-94	92	1	0,007	1
Σ			150	1	

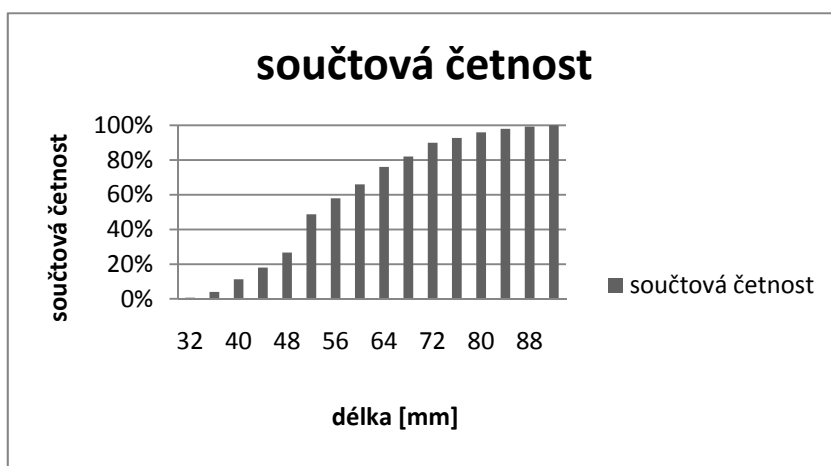
Tab. 20 – Významné dosažené hodnoty délky vlákna

Modus	50 mm
Medián	54 mm
Průměrná hodnota	56,76 mm
Směrodatná odchylka	1,257977 mm
95 % IS	<56,753559 - 56,766441> mm
Minimální hodnota	30 mm
Maximální hodnota	91 mm

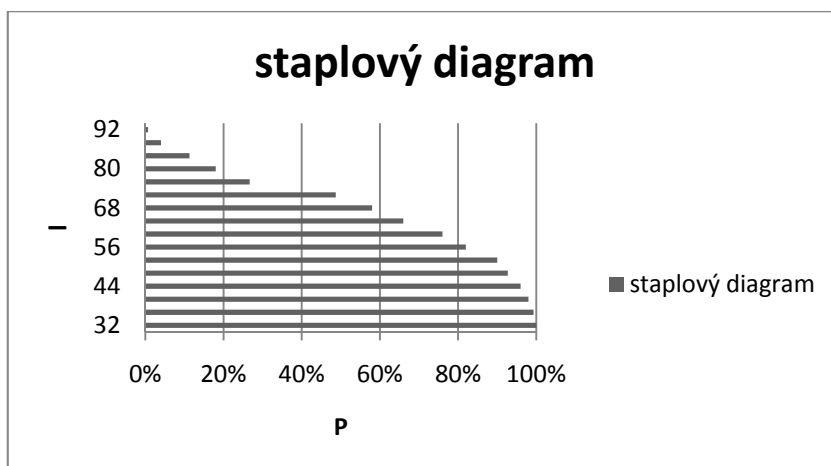
Graf. 29 – Histogram četností délky vláken



Graf 30 – Součtová četnost délek vlákna



Graf 31 – Staplový diagram



Kopřivy podzimní – vlákna máčená

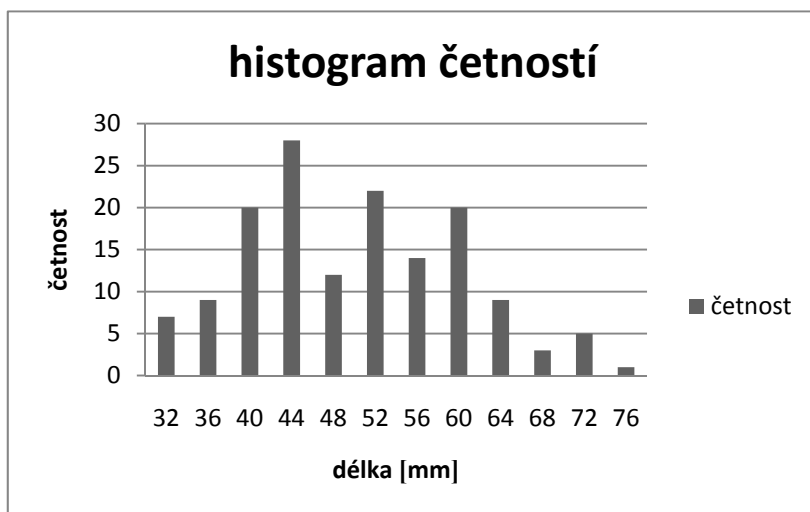
Tab. 21 – Kategorizovaná délka vláken

číslo třídy	rozsah třídy [mm]	třídní znak [mm]	četnost	rel. četnost	součet.četnost
1	30-34	32	7	0,047	0,047
2	34-38	36	9	0,06	0,107
3	38-42	40	20	0,133	0,24
4	42-46	44	28	0,187	0,427
5	46-50	48	12	0,08	0,507
6	50-54	52	22	0,147	0,654
7	54-58	56	14	0,093	0,747
8	58-62	60	20	0,133	0,88
9	62-66	64	9	0,06	0,94
10	66-70	68	3	0,02	0,96
11	70-74	72	5	0,033	0,993
12	74-78	76	1	0,007	1
Σ			150	1	

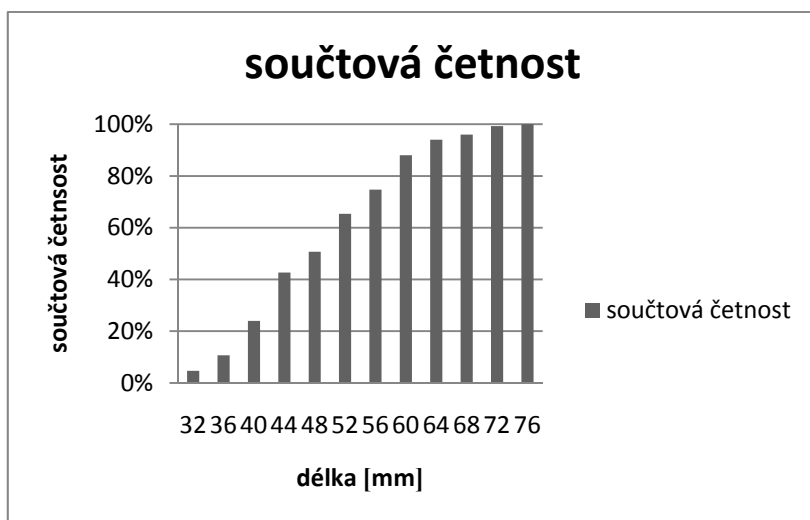
Tab. 22 – Významné dosažené hodnoty délky vlákna

Modus	50 mm
Medián	49 mm
Průměrná hodnota	49,52 mm
Směrodatná odchylka	1,008668 mm
95% IS	<49,514836 – 49,525164> mm
Minimální hodnota	32 mm
Maximální hodnota	75 mm

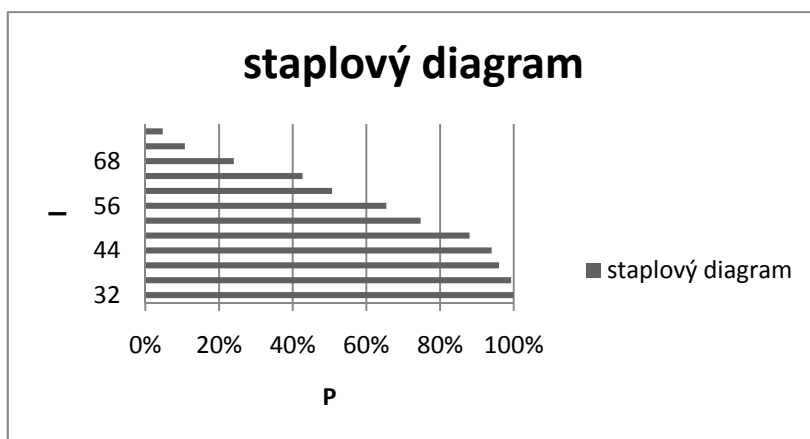
Graf 32 – Histogram četností délky vláken



Graf 33 – Součtová četnost délek vlákna



Graf 34 – Staplový diagram

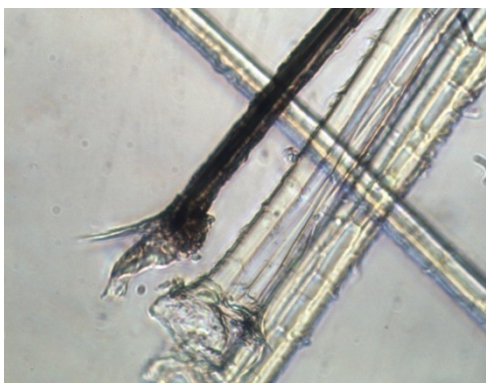


13.4 MIKROSKOPIE

Mikroskopie probíhala v rámci experimentu na světelném mikroskopu a na rastrovacím elektronovém mikroskopu (REM).

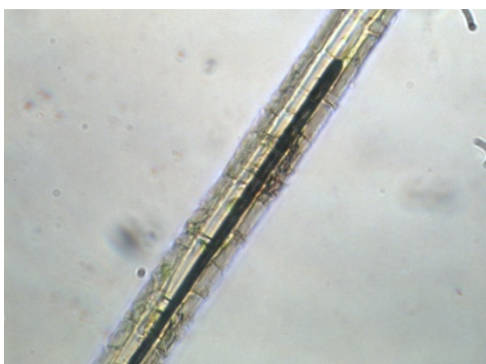
13.4.1 SVĚTELNÝ MIKROSKOP

Obr. 26 – Kopřivová vlákna letní – podélný pohled



Na obrázku č. 26 lze vidět několik ojednocených kopřivových vláken. Na jejich povrchu jsou jasně zřetelná kolénka a uprostřed vláken je lumen, který tvoří podstatnou část objemu vlákna.

Obr. 27 – Kopřivové vlákno letní – podélný pohled



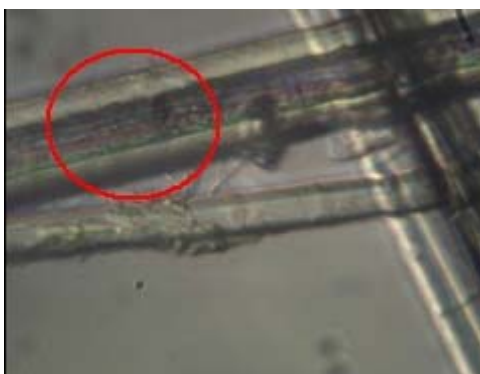
Na obrázku č. 27 je vidět ojednocené kopřivové vlákno, v němž je jasně zřetelný lumen.

Obr. 28 - Kopřivové vlákno podzimní rosené – podélný pohled



Na obrázku č. 28 je znatelný svazek elementárních vláken, držících při sobě díky pektinu, tzv. rostlinnému klihu. Jsou zde označena i místa, v nichž se vyskytují kolénka.

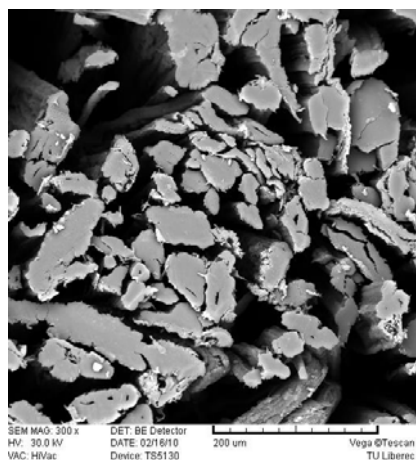
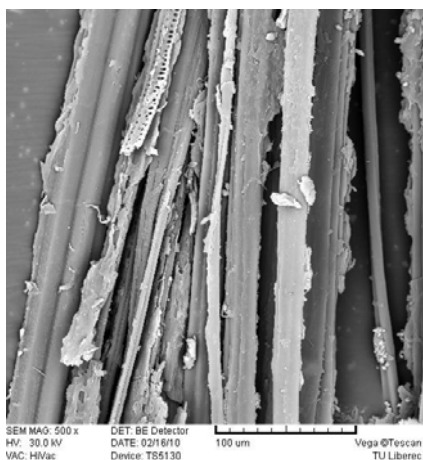
Obr. 29 - Kopřivové vlákno podzimní máčené – podélný pohled



Na obrázku č. 29 je vidět několik vláken, které se liší svou jemností. U označeného vlákna je jasně zřetelný lumen.

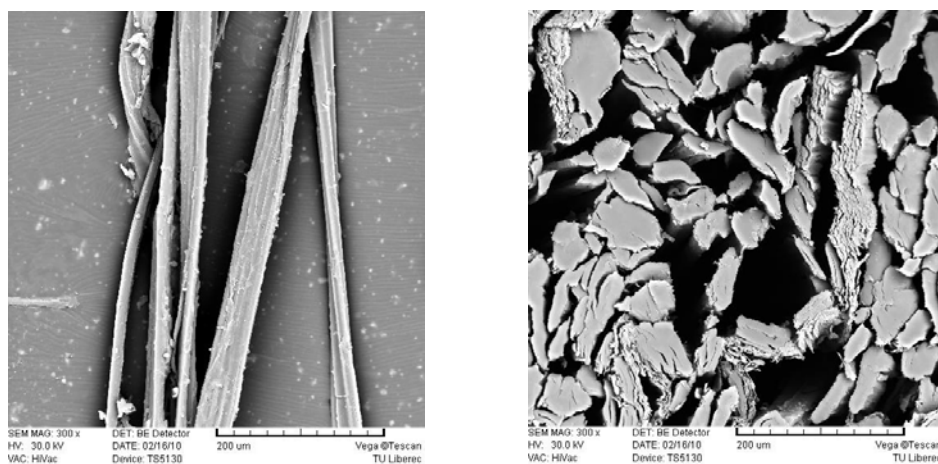
13.4.2 SNÍMKY REM – RASTROVACÍ ELEKTRONOVÝ MIKROSKOP

Obr. 30, 31 – Vlákná podzimní sušená



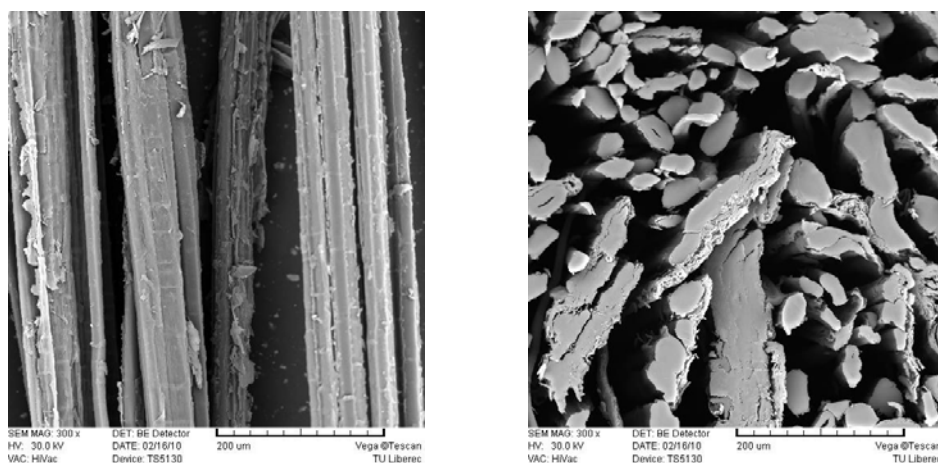
Na snímku č. 30 znázorňující podélný pohled na vlákna jsou vidět částečně ojednocená vlákna, avšak s mnoha zbytky dřevoviny, či pektinu. Na obrázku č. 31 je příčný pohled na kopřivová vlákna. Tato vlákna jsou částečně ojednocená, avšak v některých místech stále ve svazcích.

Obr. 32, 33 – Vlákna podzimní rosená



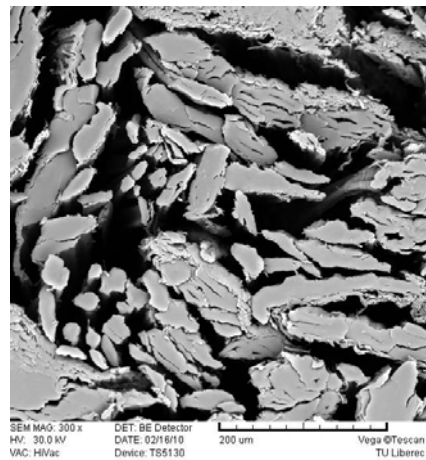
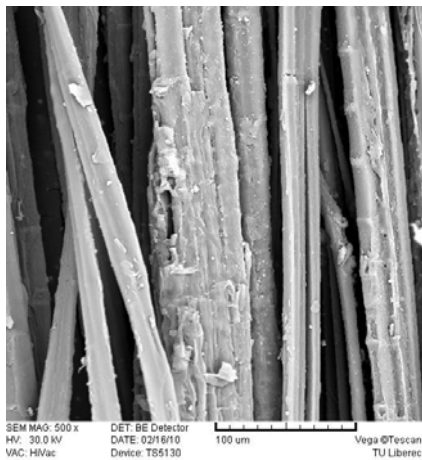
Na obrázku č. 32 jsou zřetelná vlákna ojednocená, která mají podlouhlý tvar, ledvinovitý, elipsovitý – blízký bavlně, ramii. V příčném pohledu jsou znázorněny vlákna téměř ojednocená.

Obr. 34, 35 – Vlákna podzimní máčená



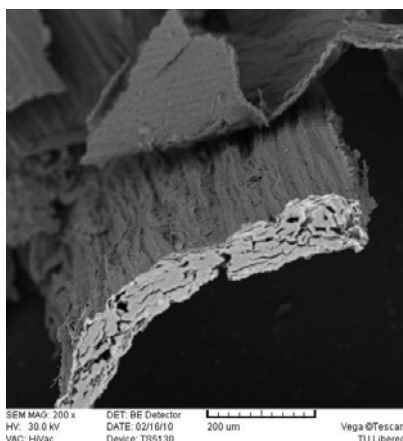
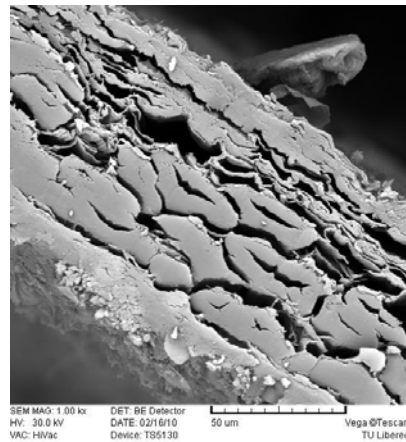
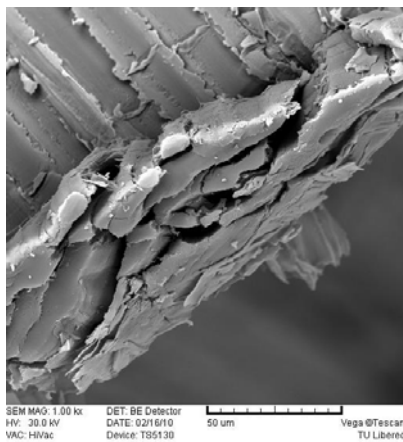
V příčném pohledu (obr. 35) je vidět jasně zřetelný ledvinovitý tvar jednotlivých vláken.

Obr. 36, 37 – Vlákna letní sušená



Na obou snímcích (obr. 36, 37) jsou vidět vlákna převážně ve svazcích (ještě neoddělená). Vyplývá to z toho, že nebylo užito žádné metody oddělení vláken, jako rosení či máčení.

Obr. 38 – 40 - Pohled na kopřivový stonk



Na obrázcích č. 38 – 40 lze vidět vrstvu lýkových vláken, která se vyskytuje na povrchu stonku po jeho obvodu. Tato vlákna jsou uspořádána vedle sebe a mají ledvinovitý tvar.

Je tu i jasně znatelná nejsvrchnější vrstva, která má funkci ochrannou.

14 VÝSLEDKY A DISKUSE

Cílem bakalářské práce bylo prověřit, zda má vliv způsob získání vláken, místo a doba sběru, na vlastnosti kopřivových vláken.

Porovnání dvou výběrů, tedy dvou jednotlivých vzorků, bylo provedeno využitím programu QC Expert. Došlo k vzájemnému porovnání vzorků kopřiv letních i podzimních. Jednotlivé vzorky jsou označeny písmeny A, B, C, D.

Vlákná kopřiv letních sušených – A

Vlákná kopřiv podzimních sušených – B

Vlákná kopřiv podzimních máčených – C

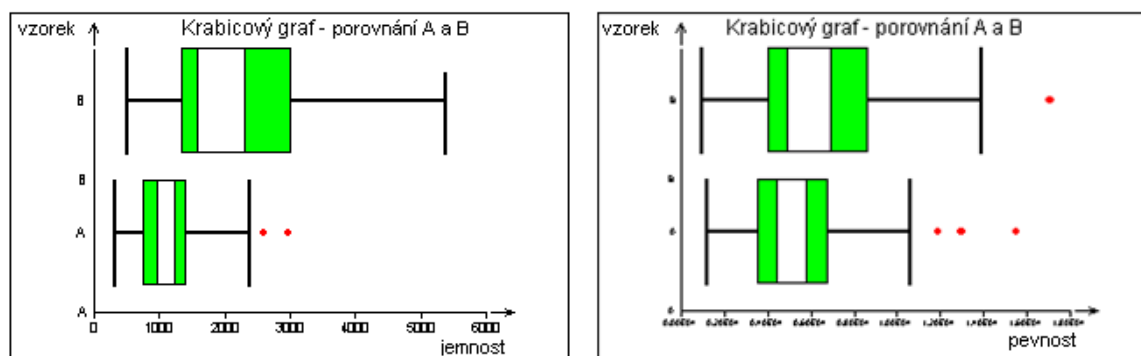
Vlákná kopřiv podzimních rosených – D

14.1 VZÁJEMNÉ POROVNÁNÍ JEMNOSTÍ A PEVNOSTÍ KOPŘIVOVÝCH

VLÁKEN

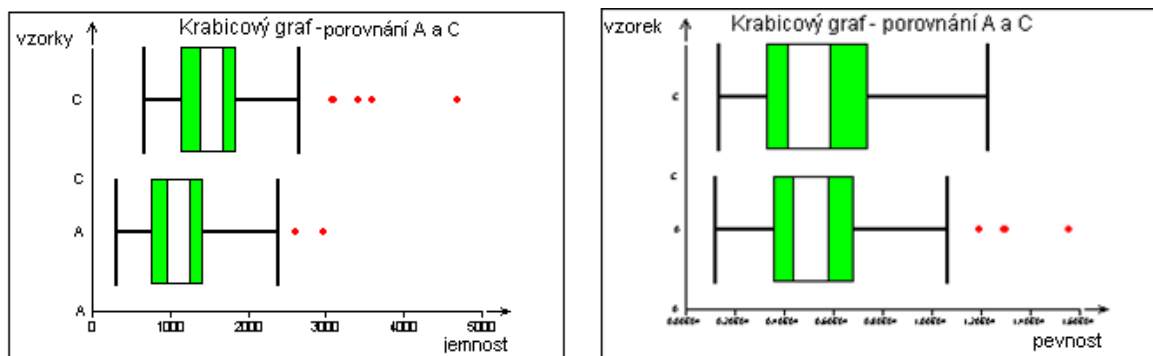
Krabicový diagram znázorňuje jemnosti a pevnosti jednotlivých vzorků kopřivových vláken

Graf 35 a 36 – Porovnání vzorků A a B



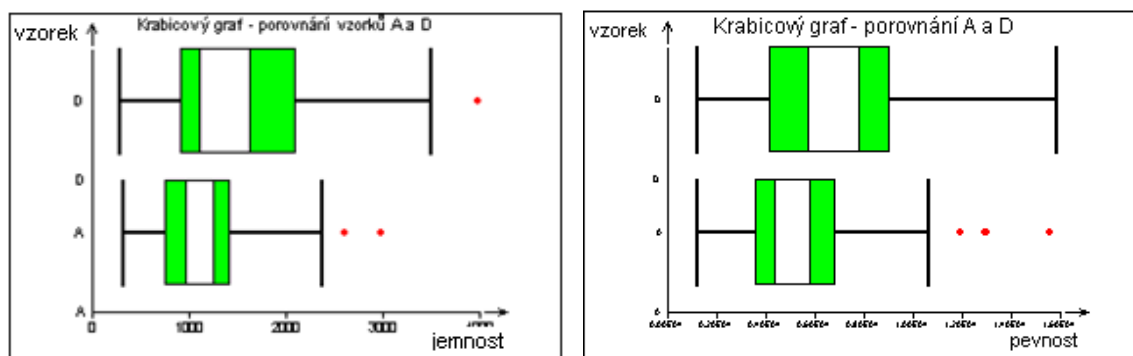
Z uvedeného statistického porovnání dvou výběrů vyplývá, že průměrná jemnost vláken je rozdílná. Kopřivy letní bez procesu uvolnění vláken jsou jemnější a zároveň mají nižší pevnost. Průměrná jemnost vzorku A dosahuje hodnoty 11,99 dtex, zatímco vzorku B dosahuje hodnoty vyšší, a to 23,11 dtex. Průměrná pevnost vzorku A je 57,13 cN/tex a vzorku B 66,15 cN/tex. Podrobnější výsledky a jejich závěry lze zjistit z přílohy č. 1 a 2.

Graf 37 a 38 – Porovnání vzorků A a C



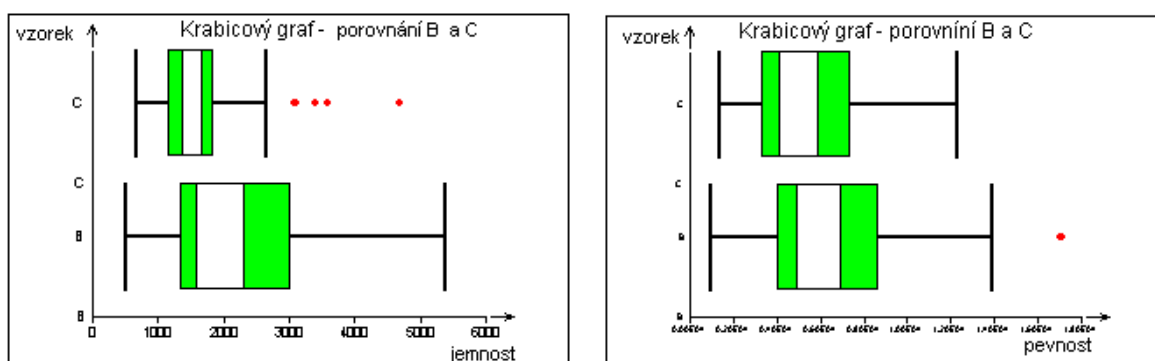
Z uvedeného statistického porování dvou výběrů vyplývá, že průměrná jemnost vláken je rozdílná. Kopřivy letní bez procesu uvolnění vláken jsou jemnější a zároveň mají vyšší pevnost. Průměrná jemnost vzorku A dosahuje hodnoty 11,99 dtex, zatímco vzorku B dosahuje hodnoty vyšší, a to 17,00 dtex. Průměrná pevnost vzorku A je 57,13 cN/tex a vzorku C je 52,89 cN/tex. Podrobnější výsledky a jejich závěry lze zjistit z přílohy č. 1 a 2.

Graf 39 a 40 – Porovnání vzorků A a D



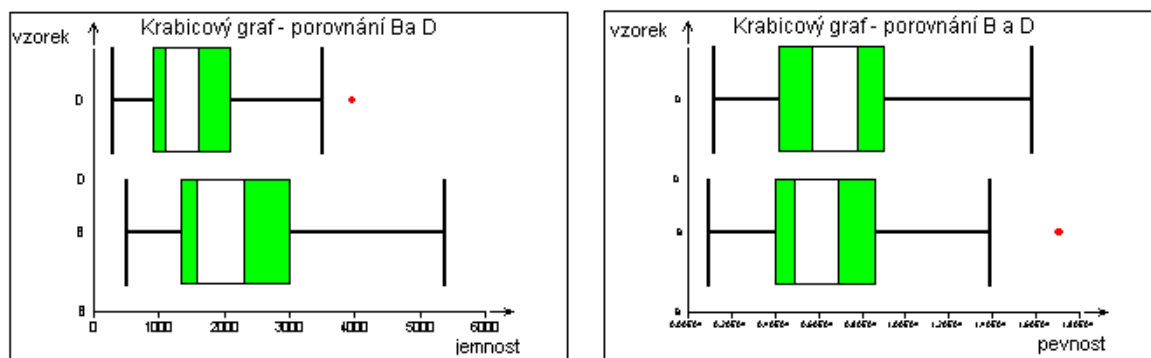
Z uvedeného statistického porování dvou výběrů vyplývá, že průměrná jemnost vláken je rozdílná. Kopřivy letní bez procesu uvolnění vláken jsou jemnější a zároveň mají nižší pevnost. Průměrná jemnost vzorku A dosahuje hodnoty 11,99 dtex, zatímco vzorku D dosahuje hodnoty vyšší, a to 15,53 dtex. Průměrná pevnost vzorku A je 57,13 cN/tex a vzorku D je 69,67 cN/tex. Podrobnější výsledky a jejich závěry lze zjistit z přílohy č. 1 a 2.

Graf 41 a 42 – Porovnání vzorků B a C



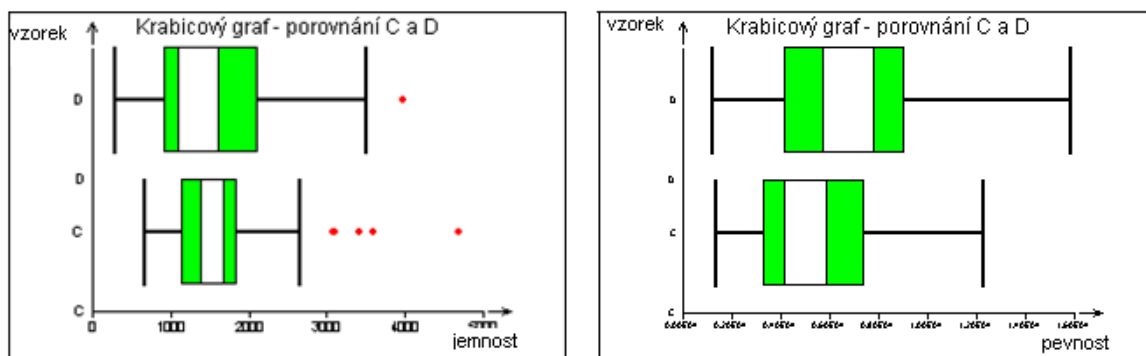
Z uvedeného statistického porovnání dvou výběrů vyplývá, že průměrná jemnost vláken je rozdílná. Kopřivy podzimní máčené (vzorek C), jsou jemnější a zároveň mají nižší pevnost. Průměrná jemnost vzorku B dosahuje hodnoty 23,11 dtex, zatímco vzorku C dosahuje hodnoty nižší, a to 17,00 dtex. Průměrná pevnost vzorku B je 66,15 cN/tex a vzorku C je 52,89 cN/tex. Podrobnější výsledky a jejich závěry lze zjistit z přílohy č. 1 a 2.

Graf 43 a 44 – Porovnání vzorků B a D



Z uvedeného statistického porovnání dvou výběrů vyplývá, že průměrná jemnost vláken je rozdílná. Kopřivy rosené (vzorek D) jsou jemnější a zároveň mají vyšší pevnost. Průměrná jemnost vzorku D dosahuje hodnoty 15,53 dtex, zatímco vzorku B dosahuje hodnoty vyšší, a to 23,11 dtex. Průměrná pevnost vzorku B je 66,15 cN/tex a vzorku D je 69,67 cN/tex. Podrobnější výsledky a jejich závěry lze zjistit z přílohy č. 1 a 2..

Graf 45 a 46 – Porovnání vzorků C a D



Z uvedeného statistického porovnání dvou výběrů vyplývá, že průměrná jemnost vláken je shodná. Kopřivy rosené jsou jemnější, ne však o tolik, a zároveň mají vyšší pevnost. Průměrná jemnost vzorku C dosahuje hodnoty 17 dtex, zatímco vzorku D dosahuje hodnoty nižší, a to 15,53 dtex. Průměrná pevnost vzorku C je 52,89 cN/tex a vzorku D je 69,67 cN/tex. Podrobnější výsledky a jejich závěry lze zjistit z přílohy č. 1 a 2.

Nejvyšší jemnosti dosahuje vzorek A – letní kopřivy sušené, a to 11,99 dtex. Lze usuzovat, že má vliv doba sběru, tedy období vegetační. Pevnost těchto vláken je třetí nejvyšší. Nejvyšší pevnosti dosahují vlákna podzimní rosená, tedy vzorek D, a to 69,67 cN/tex. Období sběru má vliv na kvalitu těchto vláken. Kopřivy s vlákny nejvyšší kvality lze získat sklizením v období vegetačním.

Způsob ručního získání vlákniny a následné ojednocení vláken se lišil podle využití metody uvolňování. Vlákna podzimní máčená a rosená se velmi dobře získala, díky slupování ze stonku, a následně i ojednotila, neboť byl odstraněn pektin, který tato vlákna drží pohromadě. Naopak vlákna letní, u nichž nebylo využito žádné metody, se získávala i ojednocovala velmi špatně.

Zda má vliv místo sběru na kvalitu kopřivových vláken, nelze usuzovat, neboť nebylo využito patřičného počtu vzorků, sesbíraného na přesně definovatelných stanovištích.

Závěr

Jako největší přednost v pěstování kopřivových rostlin může být shledáváno to, že jsou to vytrvalé byliny. Tím se liší od lnu, který musí být každoročně vyséván. Také to, že si libují v dusíkatých půdách. Jsou přizpůsobivé rozličným půdním typům a nadmořským výškám. Tím se liší například od bavlny. Nemusí být chemicky ošetřovány, neboť jsou odolné působení škůdců a plísni.

V získávání vláken je velkou výhodou možnost zpracování jako ostatní lýková vlákna, což nevyžaduje vývoj nových technologií zpracování. Vlákná lze získat i mechanickou cestou, o čemž se lze přesvědčit i v experimentální části práce.

Kopřivová vlákna na rozdíl od ostatních lýkových vláken hřejí, což zajistí její oblíbenost u spotřebitelů. Spotřebitelé mají tyto materiály jako bavlna velice rádi. S bavlnou má kopřiva nejvíce společného.

Jako výhodu vláken je možno zmínit jejich vysokou jemnost a pevnost. Naopak jako nevýhodu jejich malou tažnost, která se pohybuje v nízkých hodnotách.

Vzhledem k rostoucí úloze ekologie a velké kvalitě kopřivových vláken, je možné uvažovat o zpracování kopřiv do budoucna. Severské země se již zabývají výzkumem kopřivových vláken a snaží se zvýšit jejich využití v textilním průmyslu. Díky vynikajícím vlastnostem termoizolačním na oděvy, mechanickým například na výstuže kompozitních materiálů.

Velkým problémem je shledáváno, že vývoj technologií a výrobků vyžaduje značné náklady. Jde o to, aby se naskytl někdo, kdo rozvine závod na zpracování těchto vláken. Investora, který vloží potřebné finance do projektu. V naší zemi ještě nevznikl žádný rozsáhlý výzkum těchto vláken, který by se zabýval využitím těchto surovin v textilním průmyslu. Byla by potřeba značná spolupráce se zahraničím, především s ekologicky zaměřenými severskými zeměmi, které by nám poskytly důležité průmyslové informace.

Použitá literatura:

- [1] <http://www.fytomasa.cz/cz/page/134/kopriva-dvoudoma-.html> [online 12.4. 2010]
- [2] http://cs.wikipedia.org/wiki/Kop%C5%99iva_dvoudom%C3%A1
[online 10.2.2010]
- [3] Jelínek J., Zicháček V.: Biologie pro gymnázia, vydalo nakladatelství Olomouc s.r.o., Olomouc 2002, str. 66
- [4] <http://www.ienica.net/crops/nettle.htm> [online 28.2.2010]
- [5] Militký J.: Přednášky: Textilní vlákna, Speciální vlákna, Technická univerzita v Liberci, Liberec 2007, str. 123 – 133
- [6] Staněk J.: Textilní zbožíznalství - Vlákenné suroviny, příze, nitě, Technická univerzita v Liberci, Liberec 2006, str. 46 – 52
- [7] Piller B., Levinský O.: Malá encyklopedie textilních materiálů, vydalo SNTL, Praha 1982, str. 83-85
- [8] <http://www.21stoleti.cz/view.php?cislocclanku=2006031727>
[online 20.2.2010]
- [9] <http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Kopriva.htm>
[online 2.4.2010]
- [10] <http://www.biologie.uni-hamburg.de/bzf/oknu/nessel/urtica01.html>
[online 20.2.2010]
- [11] Staněk J.: Textilní zbožíznalství - Vlákenné suroviny, příze, nitě, Technická univerzita v Liberci, Liberec 2006, str. 52
- [12] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Lignin> [online 24.3.2010]
- [13] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Pektin> [online 24.3.2010]
- [14] Mojžíš B. a kolektiv: Len, jeho historie, pěstování, zpracování a užití, vydalo SNTL, Praha 1988, str. 107 - 108
- [15] Mojžíš B. a kolektiv: Len, jeho historie, pěstování, zpracování a užití, vydalo SNTL, Praha 1988, str. 125 – 126
- [16] Mojžíš B. a kolektiv: Len, jeho historie, pěstování, zpracování a užití, vydalo SNTL, Praha 1988, str. 193
- [17] Piller B., Levinský O.: Malá encyklopedie textilních materiálů, vydalo SNTL, Praha 1982, str. 168
- [18] Pecháček F., Jankovský J.: Zkoušení textilií, vydalo SNTL, Praha 1984, str. 50

- [19] <http://www.old.ekovesnický.cz/clanek.php?sekce=REMESLA&id=zpracovanilnu2>
[online 2.4.2010]
- [20] http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T77-4TVJJR2-1&_user=10&_coverDate=03%2F31%2F2009&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1278920106&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=04d4c9d4670ba3f79987b2c9c27a5696 [online 2.4.2010]
- [21] <http://www.swicofil.com/products/016nettle.html> [online 2.4.2010]
- [22] <http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/service/news/documents/Fibrefromstingingnettles.pdf>
- [23] http://www.dmu.ac.uk/faculties/art_and_design/research/team/sting/index.jsp
[online 12.4.2010]
- [24] <http://www.veronica.cz/?id=219> [online 12.4.2010]
- [25] <http://moda.dama.cz/clanek.php?d=2650> [online 2.4.2010]
- [26] http://www.urtica.org/projects/departments/dep_readmore.html
[online 12.4.2010]
- [27] <http://www.natuurlijkerwijs.com/english/brandnetel.htm> [online 17.4.2010]
- [28] http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20060106/zvt_p_1.pdf [online 20.4.2010]
- [29] Kovačič V.: Textilní zkušebnictví I., Technická univerzita v Liberci, Liberec 2004, str. 78
- [30] http://vct.tul.cz/prac_fyz_vl4.php [online 12.4.2010]

Převzaté obrázky a tabulky:

Obrázky:

- [1] http://www.dmu.ac.uk/faculties/art_and_design/research/team/sting/index.jsp
[online 12.3.2010]
- [2] http://cs.wikipedia.org/wiki/Kop%C5%99iva_dvoudom%C3%A1
[online 12.3.2010]
- [3] http://www.diochi.cz/main/img/herbar_obraz2/len_sety.jpg
[online 12.3.2010]
- [4] <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/konopi-sete-nejen-alternativni-energeticka-plodina?apc=/cz/odborne-clanky> [online 12.3.2010]
- [5] www.tkani.cz/juta.gif [online 12.3.2010]
- [6] <http://media-2.web.britannica.com/eb-media/54/118254-004-B834F2BB.jpg>
[online 2.4.2010]

[7] http://www.tradenote.net/images/users/000/005/290/products_images/Kenaf_Plant_Seeds.jpg [online 12.3.2010]

[8] <http://www.biologie.uni-hamburg.de/bzf/oknu/nessel/urtica01.html>
[online 12.3.2010]

[9] http://wwwold.ekovesnicky.cz/clanek.php?sekce=REMESLA&id=zpracovani_lnu_2
[online 12.3.2010]

[10] <http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/service/news/documents/Fibrefromstingingnettles.pdf>
[online 12.3.2010]

[11] http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MiamiImageURL&_imagekey=B6TW-T-4M4TNXV-4-N&_cdi=5571&_user=640831&_pii=S0266353806003356&_check=y&_orig=search&_coverDate=03%2F31%2F2007&_view=c&_wchp=dGLbVzz-zSkWb&_md5=faff2a71d607f5eded6d2bd2e0b49dee&_ie=/sdarticle.pdf
[online 12.4.2010]

[12] Militký J.: Přednášky: Textilní vlákna, Speciální vlákna, Technická univerzita v Liberci, Liberec 2007, str. 124

[13] <http://www.swicofil.com/products/016nettle.html> [online 12.3.2010]

[14] Kovačič V.: Textilní zkušebnictví I., Technická univerzita v Liberci, Liberec 2004, str. 78

[15] http://vct.tul.cz/prac_fyz_vl4.php [online 12.3.2010]

Tabulky:

[5] Militký J.: Přednášky: Textilní vlákna, Speciální vlákna, Technická univerzita v Liberci, Liberec 2007, str. 123 – 133

[6] Staněk J.: Textilní zbožíznalství - Vlákenné suroviny, příze, nitě, Technická univerzita v Liberci, Liberec 2006, str. 46 – 52

[11] <http://www.sciencedirect.com/> [online 19.4.2010]

PŘÍLOHA

Výsledky programu QC Expert

Příloha č. 1

JEMNOST – statistické porovnání dvou výběrů

POROVNÁNÍ DVOU VÝBĚRŮ – KOPŘIVOVÁ VLÁKNA LETNÍ SUŠENÁ (A) A PODZIMNÍ SUŠENÁ (B)

Data:	všechna	
Hladina významnosti :	0.05	
Porovnávané sloupce :	A	B
Počet dat :	50	50
Průměr :	1199.26	2311.08
Směr. odchylka :	568.95	1226.80
Rozptyl :	323708.11	1505056.32
Korel. koef. R(x,y) :	-0.064	

Test shody rozptylů

Poměr rozptylů :	4.65	
Počet stupňů volnosti :	49	49
Kritická hodnota :	1.588857329	
Závěr : Rozptyly jsou ROZDÍLNÉ		
Pravděpodobnost :	1.414228025E-007	

Test shody průměrů

Pro ROZDÍLNÉ rozptyly		
T-statistika :	5.81353914	
Redukované stupně volnosti :	69	
Kritická hodnota :	1.994945415	
Závěr : Průměry jsou ROZDÍLNÉ		
Pravděpodobnost :	1.728653967E-007	

Test dobré shody rozdělení

Dvou výběrový K-S test	
Diference DF :	0.56
Kritická hodnota :	0.2716203031
Závěr : Rozdělení jsou ROZDÍLNÁ	

POROVNÁNÍ DVOU VÝBĚRŮ – KOPŘIVOVÁ VLÁKNA LETNÍ SUŠENÁ (A) A PODZIMNÍ MÁČENÁ (C)

Data:	Všechna	
Hladina významnosti :	0.05	
Porovnávané sloupce :	A	C
Počet dat :	50	50
Průměr :	1199.26	1699.94
Směr. odchylka :	568.95	814.54
Rozptyl :	323708.11	663482.09
Korel. koef. R(x,y) :	0.0264365379	
Test shody rozptylů		
Poměr rozptylů :	2.049630727	
Počet stupňů volnosti :	49	49
Kritická hodnota :	1.588857329	
Závěr :Rozptyly jsou ROZDÍLNÉ		
Pravděpodobnost :	0.006175915662	

Test shody průměrů

Pro SHODNÉ rozptyly

T-statistika :	3.56323795
Počet stupňů volnosti :	98
Kritická hodnota :	1.984467455

Závěr :Průměry jsou ROZDÍLNÉ

Pravděpodobnost :	0.000567755355
-------------------	----------------

Test shody průměrů

Pro ROZDÍLNÉ rozptyly

T-statistika :	3.56323795
Redukované stupně volnosti :	88
Kritická hodnota :	1.987289865

Závěr :Průměry jsou ROZDÍLNÉ

Pravděpodobnost :	0.0005942711835
-------------------	-----------------

Test dobré shody rozdělení

Dvouvýběrový K-S test

Diference DF :	0.38
Kritická hodnota :	0.2716203031

Závěr :Rozdělení jsou ROZDÍLNÁ

POROVNÁNÍ DVOU VÝBĚRŮ – KOPŘIVOVÁ VLÁKNA LETNÍ SUŠENÁ (A) A PODZIMNÍ ROSENÁ (D)

Data:	Všechna	
Hladina významnosti :	0.05	
Porovnávané sloupce :	A	D
Počet dat :	50	50
Průměr :	1199.26	1552.74
Směr. odchylka :	568.95	850.58
Rozptyl :	323708.11	723480.65
Korel. koef. R(x,y) :	0.02122201224	

Test shody rozptylů

Poměr rozptylů :	2.234978403	
Počet stupňů volnosti :	49	49
Kritická hodnota :	1.588857329	
Závěr :Rozptyly jsou ROZDÍLNÉ		
Pravděpodobnost :	0.00263055379	

Test shody průměrů

Pro SHODNÉ rozptyly		
T-statistika :	2.442515692	
Počet stupňů volnosti :	98	
Kritická hodnota :	1.984467455	
Závěr :Průměry jsou ROZDÍLNÉ		
Pravděpodobnost :	0.01637628346	

Test shody průměrů

pro ROZDÍLNÉ rozptyly		
T-statistika :	2.442515692	
Redukované stupně volnosti :	86	
Kritická hodnota :	1.987934206	
Závěr :Průměry jsou ROZDÍLNÉ		
Pravděpodobnost :	0.01663193893	

Test dobré shody rozdělení

Dvouvýběrový K-S test		
Diference DF :	0.26	
Kritická hodnota :	0.2716203031	
Závěr :Rozdělení jsou SHODNÁ		

POROVNÁNÍ DVOU VÝBĚRŮ - KOPŘIVOVÁ VLÁKNA PODZIMNÍ SUŠENÁ (B) A PODZIMNÍ MÁČENÁ (C)

Data:	Všechna	
Hladina významnosti :	0.05	
Porovnávané sloupce :	B	C
Počet dat :	50	50
Průměr :	2311.08	1699.94
Směr. odchylka :	1226.81	814.54
Rozptyl :	1505056.32	663482.09
Korel. koef. R(x,y) :	0.104484732	

Test shody rozptylů

Poměr rozptylů :	2.268420389	
Počet stupňů volnosti :	49	49
Kritická hodnota :	1.588857329	

Závěr :Rozptyly jsou ROZDÍLNÉ

Pravděpodobnost :	0.002256150632
-------------------	----------------

Test shody průměrů

Pro SHODNÉ rozptyly

T-statistika :	2.934554312
Počet stupňů volnosti :	98
Kritická hodnota :	1.984467455

Závěr :Průměry jsou ROZDÍLNÉ

Pravděpodobnost :	0.004160659565
-------------------	----------------

Test shody průměrů

Pro ROZDÍLNÉ rozptyly

T-statistika :	2.934554312
Redukované stupně volnosti :	85
Kritická hodnota :	1.988267907

Závěr :Průměry jsou ROZDÍLNÉ

Pravděpodobnost :	0.004294149573
-------------------	----------------

Test dobré shody rozdělení

Dvouvýběrový K-S test

Diference DF :	0.36
Kritická hodnota :	0.2716203031

Závěr :Rozdělení jsou ROZDÍLNÁ

POROVNÁNÍ DVOU VÝBĚRŮ - KOPŘIVOVÁ VLÁKNA PODZIMNÍ SUŠENÁ (B) A PODZIMNÍ ROSENÁ (D)

Data:	Všechna	
Hladina významnosti :	0.05	
Porovnávané sloupce :	B	D
Počet dat :	50	50
Průměr :	2311.08	1552.74
Směr. odchylka :	1226.81	850.58
Rozptyl :	1505056.32	723480.6453
Korel. koef. R(x,y) :	0.1815175774	

Test shody rozptylů

Poměr rozptylů :	2.080299355	
Počet stupňů volnosti :	49	49
Kritická hodnota :	1.588857329	
Závěr :Rozptyly jsou ROZDÍLNÉ		
Pravděpodobnost :	0.005361818985	

Test shody průměrů

Pro SHODNÉ rozptyly		
T-statistika :	3.592022474	
Počet stupňů volnosti :	98	
Kritická hodnota :	1.984467455	
Závěr :Průměry jsou ROZDÍLNÉ		
Pravděpodobnost :	0.0005151274849	

Test shody průměrů

Pro ROZDÍLNÉ rozptyly		
T-statistika :	3.592022474	
Redukované stupně volnosti :	87	
Kritická hodnota :	1.987608282	
Závěr :Průměry jsou ROZDÍLNÉ		
Pravděpodobnost :	0.0005427047875	

Test dobré shody rozdělení

Dvouvýběrový K-S test		
Diference DF :	0.32	
Kritická hodnota :	0.2716203031	
Závěr :Rozdělení jsou ROZDÍLNÁ		

POROVNÁNÍ DVOU VÝBĚRŮ - KOPŘIVOVÁ VLÁKNA PODZIMNÍ MÁČENÁ (C) A PODZIMNÍ ROSENÁ (D)

Data:	Všechna	
Hladina významnosti :	0.05	
Porovnávané sloupce :	C	D
Počet dat :	50	50
Průměr :	1699.94	1552.74
Směr. odchylka :	814.54	850.58
Rozptyl :	663482.09	723480.65
Korel. koef. $R(x,y)$:	0.142966361	

Test shody rozptylů

Poměr rozptylů :	1.09042979	
Počet stupňů volnosti :	49	49
Kritická hodnota :	1.588857329	
Závěr : Rozptyly jsou SHODNÉ		
Pravděpodobnost :	0.3518411712	

Test shody průměrů

Pro SHODNÉ rozptyly	
T-statistika :	0.8838130595
Počet stupňů volnosti :	98
Kritická hodnota :	1.984467455
Závěr : Průměry jsou SHODNÉ	
Pravděpodobnost :	0.3789602284

Test shody průměrů

Pro ROZDÍLNÉ rozptyly	
T-statistika :	0.8838130595
Redukované stupně volnosti :	98
Kritická hodnota :	1.984467455
Závěr : Průměry jsou SHODNÉ	
Pravděpodobnost :	0.3789602284

Test dobré shody rozdělení

Dvouvýběrový K-S test	
Diference DF :	0.18
Kritická hodnota :	0.2716203031
Závěr : Rozdělení jsou SHODNÁ	

Příloha č. 2

PEVNOST - statistické porovnání dvou výběrů

POROVNÁNÍ DVOU VÝBĚRŮ – KOPŘIVOVÁ VLÁKNA LETNÍ SUŠENÁ (A) A PODZIMNÍ SUŠENÁ (B)

Data:	Všechna	
Hladina významnosti :	0.05	
Porovnávané sloupce :	A	B
Počet dat :	50	50
Průměr :	5712.9	6615.18
Směr. odchylka :	3222.91	3969.35
Rozptyl :	10387129.56	15755726.19
Korel. koef. R(x,y) :	-0.1345962089	

Test shody rozptylů

Poměr rozptylů :	1.516850839	
Počet stupňů volnosti :	49	49
Kritická hodnota :	1.588857329	
Závěr : Rozptyly jsou SHODNÉ		
Pravděpodobnost :	0.06836672804	

Test shody průměrů

Pro SHODNÉ rozptyly	
T-statistika :	1.247813902
Počet stupňů volnosti :	98
Kritická hodnota :	1.984467455
Závěr : Průměry jsou SHODNÉ	
Pravděpodobnost :	0.2150725583

Test shody průměrů

Pro ROZDÍLNÉ rozptyly	
T-statistika :	1.247813902
Redukované stupně volnosti :	94
Kritická hodnota :	1.985523442
Závěr : Průměry jsou SHODNÉ	
Pravděpodobnost :	0.2151987212

Test dobré shody rozdělení

Dvouvýběrový K-S test	
Diference DF :	0.2
Kritická hodnota :	0.2716203031
Závěr : Rozdělení jsou SHODNÁ	

POROVNÁNÍ DVOU VÝBĚRŮ – KOPŘIVOVÁ VLÁKNA LETNÍ SUŠENÁ (A) A PODZIMNÍ MÁČENÁ (C)

Data:	Všechna	
Hladina významnosti :	0.05	
Porovnávané sloupce :	A	C
Počet dat :	50	50
Průměr :	5712.9	5288.7
Směr. odchylka :	3222.91	2554.19
Rozptyl :	10387129.56	6523871.112
Korel. koef. R(x,y) :	0.0431779369	

Test shody rozptylů

Poměr rozptylů :	1.592172712	
Počet stupňů volnosti :	49	49
Kritická hodnota :	1.588857329	

Závěr :Rozptyly jsou ROZDÍLNÉ

Pravděpodobnost :	0.0492775921
-------------------	--------------

Test shody průměrů

Pro SHODNÉ rozptyly

T-statistika :	0.7294088241
Počet stupňů volnosti :	98
Kritická hodnota :	1.984467455

Závěr :Průměry jsou SHODNÉ

Pravděpodobnost :	0.4674913936
-------------------	--------------

Test shody průměrů

Pro ROZDÍLNÉ rozptyly

T-statistika :	0.7294088241
Redukované stupně volnosti :	93
Kritická hodnota :	1.985801814

Závěr :Průměry jsou SHODNÉ

Pravděpodobnost :	0.4675847307
-------------------	--------------

Test dobré shody rozdělení

Dvouvýběrový K-S test

Diference DF :	0.1
Kritická hodnota :	0.2716203031

Závěr :Rozdělení jsou SHODNÁ

POROVNÁNÍ DVOU VÝBĚRŮ – KOPŘIVOVÁ VLÁKNA LETNÍ SUŠENÁ (A) A PODZIMNÍ ROSENÁ (D)

Data:	Všechna	
Hladina významnosti :	0.05	
Porovnávané sloupce :	A	D
Počet dat :	50	50
Průměr :	5712.9	6966.88
Směr. odchylka :	3222.91	3715.76
Rozptyl :	10387129.56	13806858.76
Korel. koef. R(x,y) :	-0.3045190795	Významná korelace!

Test shody rozptylů

Poměr rozptylů :	1.329227548	
Počet stupňů volnosti :	49	49
Kritická hodnota :	1.588857329	

Závěr :Rozptyly jsou SHODNÉ

Pravděpodobnost :	0.1486868108
-------------------	--------------

Test shody průměrů

Pro SHODNÉ rozptyly

T-statistika :	1.802693442
Počet stupňů volnosti :	98
Kritická hodnota :	1.984467455

Závěr :Průměry jsou SHODNÉ

Pravděpodobnost :	0.07451004602
-------------------	---------------

Test shody průměrů

Pro ROZDÍLNÉ rozptyly

T-statistika :	1.802693442
Redukované stupně volnosti :	96
Kritická hodnota :	1.984984312

Závěr :Průměry jsou SHODNÉ

Pravděpodobnost :	0.0745741335
-------------------	--------------

Test dobré shody rozdělení

Dvouvýběrový K-S test

Diference DF :	0.28
Kritická hodnota :	0.2716203031

Závěr :Rozdělení jsou ROZDÍLNÁ

POROVNÁNÍ DVOU VÝBĚRŮ - KOPŘIVOVÁ VLÁKNA PODZIMNÍ SUŠENÁ (B) A PODZIMNÍ MÁČENÁ (C)

Data:	Všechna	
Hladina významnosti :	0.05	
Porovnávané sloupce :	B	C
Počet dat :	50	50
Průměr :	6615.18	5288.7
Směr. odchylka :	3969.35	2554.19
Rozptyl :	15755726.19	6523871.112
Korel. koef. R(x,y) :	-0.03673498621	

Test shody rozptylů

Poměr rozptylů :	2.415088514	
Počet stupňů volnosti :	49	49
Kritická hodnota :	1.588857329	
Závěr :Rozptyly jsou ROZDÍLNÉ		
Pravděpodobnost :	0.001154164757	

Test shody průměrů

Pro SHODNÉ rozptyly	
T-statistika :	1.987156355
Počet stupňů volnosti :	98
Kritická hodnota :	1.984467455
Závěr :Průměry jsou ROZDÍLNÉ	
Pravděpodobnost :	0.0496963931

Test shody průměrů

Pro ROZDÍLNÉ rozptyly	
T-statistika :	1.987156355
Redukované stupně volnosti :	84
Kritická hodnota :	1.988609667
Závěr :Průměry jsou SHODNÉ	
Pravděpodobnost :	0.05016387034

Test dobré shody rozdělení

Dvouvýběrový K-S test	
Diference DF :	0.18
Kritická hodnota :	0.2716203031
Závěr :Rozdělení jsou SHODNÁ	
Porovnání dvou výběrů	

POROVNÁNÍ DVOU VÝBĚRŮ - KOPŘIVOVÁ VLÁKNA PODZIMNÍ SUŠENÁ (B) A PODZIMNÍ ROSENÁ (D)

Data:	Všechna	
Hladina významnosti :	0.05	
Porovnávané sloupce :	B	D
Počet dat :	50	50
Průměr :	6615.18	6966.88
Směr. odchylka :	3969.35	3715.76
Rozptyl :	15755726.19	13806858.76
Korel. koef. R(x,y) :	-0.1504944433	

Test shody rozptylů

Poměr rozptylů :	1.141152123	
Počet stupňů volnosti :	49	49
Kritická hodnota :	1.588857329	
Závěr :Rozptyly jsou SHODNÉ		
Pravděpodobnost :	0.2977540555	

Test shody průměrů

Pro SHODNÉ rozptyly	
T-statistika :	0.4573894756
Počet stupňů volnosti :	98
Kritická hodnota :	1.984467455
Závěr :Průměry jsou SHODNÉ	
Pravděpodobnost :	0.6484035108

Test shody průměrů

pro ROZDÍLNÉ rozptyly	
t-statistika :	0.4573894756
Redukované stupně volnosti :	98
Kritická hodnota :	1.984467455
Závěr :Průměry jsou SHODNÉ	
Pravděpodobnost :	0.6484035108

Test dobré shody rozdělení

dvouvýběrový K-S test	
Diference DF :	0.14
Kritická hodnota :	0.2716203031
Závěr :Rozdělení jsou SHODNÁ	

POROVNÁNÍ DVOU VÝBĚRŮ - KOPŘIVOVÁ VLÁKNA PODZIMNÍ MÁČENÁ (C) A PODZIMNÍ ROSENÁ (D)

Data:	Všechna	
Hladina významnosti :	0.05	
Porovnávané sloupce :	C	D
Počet dat :	50	50
Průměr :	5288.7	6966.88
Směr. odchylka :	2554.19	3715.76
Rozptyl :	6523871.112	13806858.76
Korel. koef. R(x,y) :	0.1183180781	

Test shody rozptylů

Poměr rozptylů :	2.11635983	
Počet stupňů volnosti :	49	49
Kritická hodnota :	1.588857329	
Závěr :Rozptyly jsou ROZDÍLNÉ		
Pravděpodobnost :	0.004540836717	

Test shody průměrů

Pro SHODNÉ rozptyly		
T-statistika :	2.631764704	
Počet stupňů volnosti :	98	
Kritická hodnota :	1.984467455	
Závěr :Průměry jsou ROZDÍLNÉ		
Pravděpodobnost :	0.00986828063	

Test shody průměrů

Pro ROZDÍLNÉ rozptyly		
T-statistika :	2.631764704	
Redukované stupně volnosti :	87	
Kritická hodnota :	1.987608282	
Závěr :Průměry jsou ROZDÍLNÉ		
Pravděpodobnost :	0.01004809687	

Test dobré shody rozdělení

Dvouvýběrový K-S test		
Diference DF :	0.28	
Kritická hodnota :	0.2716203031	
Závěr :Rozdělení jsou ROZDÍLNÁ		